LİSE KİTAPLARI

KİMYA

II

FEN KOLU

Yazanlar:

Münevver BAÇ Nurettin BAÇ

Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu kararıyle liselerin II. sınıflarında Fen Kolu ders kitabı olarak okutulması kabul edilmiştir.

İSTANBUL
REMZİ KİTABEVİ

EVRİM Matbaacılık Ltd. Şti.
Selvili Mescit S. 3 Cağaloğlu - Istanbul 1980

İÇİNDEKİLER

Sayfa

BÖLÜM I — KÜKÜRT VE KÜKÜRT BİLEŞİKLERİ

1. Kükürt, bulunuşu, elde edilişi 7
2. Kükürdün genel özellikleri . 9
3. Hidrojen sülfür, bulunuşu ve elde edilişi 12
4. Özellikleri ve kullanılışı ... 13
5. Kükürt dioksit, bulunuşu ve elde edilişi 14
6. Özellikleri ve kullanılışı ... 15
7. Kükürt trioksit, elde edilişi ve özellikleri 17
8. Sülfürik asit, elde edilişi ... 18
9. Özellikleri, sulfatlar, kullanılışı 21

BÖLÜM II — YAPAY GÜBRELER

1. Bitki dokularında hangi elementler bulunur? 27
2. Gübrenin önemi, çeşitleri . 27

BÖLÜM III — KARBON

1. Karbonun bulunuşu, önemi 31
2. Karbonun allotropları 32
3. Genel özellikleri 34
4. Karbon monoksit, meydana gelişi ve elde edilmesi 35
5. Genel özellikleri 36
6. Karbon dioksit, bulunuşu . 37
7. Elde edilişi 38
8. Genel özellikleri 39

Sayfa

9. Karbonik asit ve karbonatlar 41
10. Tabiatta karbon dioksidin sürekli dolaşımı 41
11. Karbon dioksit nerelerde kullanılır? 42
12. Karbürler ve karbon sülfür 44

BÖLÜM IV — SİLİSYUM DİOKSİT VE CAM

1. Silisyuma genel bakış 48
2. Silisyum dioksit 48
3. Silikat asidi ve özellikleri . 50
4. Camın özellikleri ve bileşimi 52
5. Cam elde edilmesi 53

BÖLÜM V — ELEMENTLERİN SINIFLANDIRILMASI, PERİYODİK SİSTEM

1. İlk periyodik sistem nasıl yapıldı? 57
2. Modern periyodik sistem ... 59
3. Periyodik sistemin faydası . 62

BÖLÜM VI — METALLERE GENEL BAKIŞ

1. Metaller ve ametaller 67
2. Metallerin aktiflik sırası ... 69
3. Metallerin tabiatta bulunuşu ve elde edilişleri 71
4. Alaşımlar 72

Sayfa

BÖLÜM VII — ALKALİ METALLER

1. Alkali metallere genel bakış 76
2. Sodyum, bulunuşu, elde edilişi 77
3. Sodyumun özellikleri, kullanılışı 78
4. Sodyum hidroksit, elde edilmesi 79
5. Sodyum hidroksitin özellikleri ve kullanılışı 80
6. Sodyum karbonat, elde edilişi 81
7. Sodanın özellikleri ve kullanılışı 83
8. Başka önemli sodyum bileşikleri 84
9. Potasyum, genel bakış 87
10. Potasyum hidroksit 88
11. Potasyum karbonat 88

BÖLÜM VIII — ALKALİ TOPRAK METALLERİ

1. Genel bakış 91
2. Kalsiyum, elde edilişi 92
3. Kalsiyum bileşikleri 93
4. Kalsiyum karbonat 95
5. Diğer önemli kalsiyum bileşikleri 96
6. Suların sertliği ve giderilmesi 98
7. Magnezyum, genel bakış ... 100
8. Magnezyum bileşikleri ve alaşımları 102

BÖLÜM IX — TOPRAK METALLERİ

1. Genel bakış 106
2. Alüminyum, bulunuşu, elde edilişi 107
3. Alüminotermi 109
4. Alüminyumun kullanılışı ve alaşımları 110
5. Bazı önemli alüminyum bileşikleri 111
6. Seramikler ve özellikleri ... 112
7. Seramik eşya nasıl yapılır? 113
8. Yurdumuzda seramik endüstrisi 116
9. Çimento, yapısı ve elde edilmesi 117
10. Çimento harçları ve sertleşmesi 118
11. Yurdumuzda çimento üretimi 119

BÖLÜM X — DEMİR VE ÇELİK

1. Demirin bulunuşu, filizleri 122
2. Ham demir elde edilişi ... 123
3. Yurdumuzda demir - çelik fabrikaları 126
4. Demir alaşımları 126
5. Çelik elde edilmesi 129
6. Çeliğin işlenmesi ve önemi 133
7. Demirin özellikleri 134
8. Demir bileşikleri 135

BÖLÜM XI — BAKIR

1. Bakırın bulunuşu 140
2. Bakırın elde edilişi 140
3. Yurdumuzda bakır üretimi 142
4. Bakırın özellikleri 144
5. Bakırın önemi, alaşımları . 145
6. Önemli bakır bileşikleri ... 147

BÖLÜM XII — ÇİNKO VE CİVA

1. Genel bakış 151
2. Çinko, bulunuşu, elde edilişi 151
3. Çinkonun özellikleri 153
4. Çinkonun kullanılışı ve alaşımları 154
5. Önemli çinko bileşikleri ... 154
6. Civa, bulunuşu, elde edilişi 156
7. Civanın özellikleri, kullanılışı, alaşimları 157
8. Civa bileşikleri 158

BÖLÜM XIII — KURŞUN VE KALAY

1. Genel bakış 161
2. Kurşun, bulunuşu ve elde edilişi 162

Sayfa

3. Kurşunun özellikleri ve kullanılışı, alaşımları 163
4. Önemli kurşun bileşikleri . 165
5. Kalay, bulunuşu, elde edilişi 167
6. Kalayın özellikleri, bileşikleri, kullanılışı 167

BÖLÜM XIV — ARSENİK, ANTİMON VE BİZMUT

1. Genel bakış 172
2. Arsenik, bulunuşu, elde edilişi 173
3. Arseniğin özellikleri, bileşikleri 173
4. Antimon, bulunuşu, elde edilişi 174
5. Antimonun özellikleri ve bileşikleri 175
6. Bizmuta genel bakış 176

BÖLÜM XV — KROM, MANGAN, KOBALT, NİKEL

1. Genel bakış 179
2. Kroma genel bakış 189

Sayfa

3. Mangana genel bakış 181
4. Kobalt 183
5. Nikel 184

BÖLÜM XVI — SOY METALLER

1. Genel bakış 187
2. Gümüş, bulunuşu, elde edilişi 188
3. Gümüş bileşikleri, fotoğraf 189
4. Altın, genel bakış 192
5. Platin, genel bakış 194

BÖLÜM XVII — RADYOAKTİFLİK

1. Radyoaktifliğe genel bakış 196
2. Çekirdek reaksiyonları, izotoplık 198
3. Yapay radyoaktiflik 199

Atomağırlıkları cetveli 205
Dizin 208

Elementlerin Periyodik Sistem Tablosu

PERİYOT	HAFİF METALLER I A		II A	III B	IV B	V B	VI B	VII B	VIII B			I B	II B	AMETALLER III A	IV A	V A	VI A	VII A	SOY GAZLAR VIII A
1																			2 He Helyum 4.003
2	3 Li Lityum 6.940	4 Be Berilyum 9.013												5 B Bor 10.82	6 C Karbon 12.011	7 N Azot 14.008	8 O Oksijen 16.0000	9 F Fluor 19.00	10 Ne Neon 20.183
3	11 Na Sodyum 22.991	12 Mg Magnezyum 24.32		AĞIR METALLER										13 Al Alüminyum 26.98	14 Si Silisyum 28.09	15 P Fosfor 30.975	16 S Kükürt 32.066	17 Cl Klor 35.457	18 Ar Argon 39.944
4	19 K Potasyum 39.100	20 Ca Kalsiyum 40.08	21 Sc Skandiyum 44.96	22 Ti Titan 47.90	23 V Vanadyum 50.95	24 Cr Krom 52.01	25 Mn Manganez 54.94	26 Fe Demir 55.85	27 Co Kobalt 58.94	28 Ni Nikel 58.71	29 Cu Bakır 63.54	30 Zn Çinko 65.39		31 Ga Galyum 69.72	32 Ge Germanyum 72.60	33 As Arsenik 74.91	34 Se Selenyum 78.96	35 Br Brom 79.916	36 Kr Kripton 83.80
5	37 Rb Rubidyum 85.48	38 Sr Stronsiyum 87.63	39 Y Yttriyum 88.92	40 Zr Zirkonyum 91.22	41 Nb Niob 92.91	42 Mo Molibden 95.95	43 Tc Teknesyum 99	44 Ru Ruthenyum 101.1	45 Rh Rodyum 102.91	46 Pd Palladyum 106.4	47 Ag Gümüş 107.880	48 Cd Kadmiyum 112.41		49 In İndiyum 114.82	50 Sn Kalay 118.70	51 Sb Antimon 121.76	52 Te Tellur 127.61	53 I İyot 126.91	54 Xe Ksenon 131.30
6	55 Cs Sezyum 132.91	56 Ba Baryum 137.36	57* La Lantan 138.92	72 Hf Hafniyum 178.50	73 Ta Tantal 180.95	74 W Volfram 183.86	75 Re Renyum 186.22	76 Os Osmiyum 190.2	77 Ir İridyum 192.2	78 Pt Platin 195.09	79 Au Altın 197.0	80 Hg Civa 200.61		81 Tl Talyum 204.39	82 Pb Kurşun 207.21	83 Bi Bizmut 209.00	84 Po Polonyum 210	85 At Astatin 210	86 Rn Radon 222
7	87 Fr Fransyum 223	88 Ra Radyum 226.05	89** Ac Aktinyum 227	104 Ku Kurchotowyum 260															

1 H Hidrojen 1.0080

*Lantanitler	58 Ce Seryum 140.13	59 Pr Praseodyum 140.92	60 Nd Neodyum 144.27	61 Pm Prometyum 145	62 Sm Samaryum 150.35	63 Eu Europyum 152.0	64 Gd Gadolinyum 157.26	65 Te Terbiyum 158.93	66 Dy Disprosyum 162.51	67 Ho Holmiyum 164.94	68 Er Erbiyum 167.27	69 Tm Thulyum 168.94	70 Yb Ytterbiyum 173.40	71 Lu Lutetyum 174.99
**Aktinitler	90 Th Toryum 232.05	91 Pa Protaktiyum 231	92 U Uranyum 238.07	93 Np Neptonyum 237	94 Pu Plutonyum 242	95 Am Amerikyum 243	96 Cm Curiyum 245	97 Bk Berkelyum 249	98 Cf Kalifornİyum 249	99 Es Einsteinyum 255	100 Fm Fermiyum 255	101 Md Mendelevyum 256	102 No Nobelyum 253	103 Lw Lawrensyum 259

BÖLÜM: I

KÜKÜRT VE KÜKÜRT BİLEŞİKLERİ

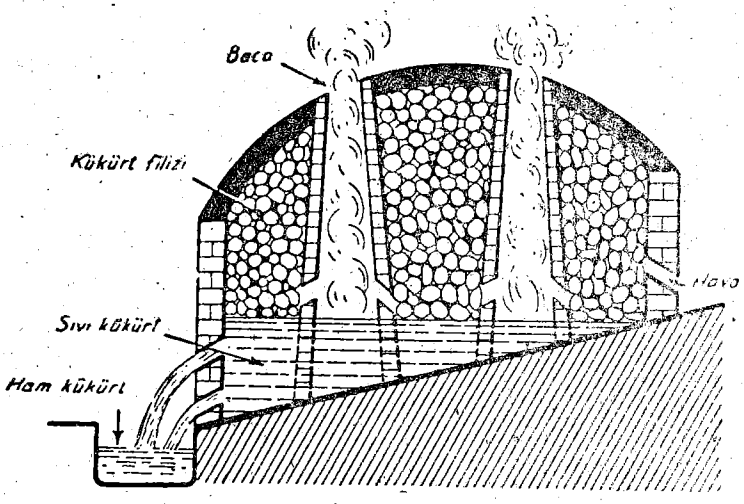
ANA ÇİZGİLER :

- **Kükürt, bulunuşu, elde edilişi, özellikleri.**
- **Hidrojen sülfür, elde edilişi, özellikleri.**
- **Kükürt dioksit, elde edilişi, özellikleri.**
- **Kükürt trioksit, elde edilişi, özellikleri.**
- **Sülfürik asit, elde edilişi, özellikleri.**
- **Sülfatlar ve H_2SO_4 ün kullanılışı.**

1 — KÜKÜRDÜN BULUNUŞU VE ELDE EDİLİŞİ :

Bulunuşu:

Yerkabuğundaki kükürt oranı %0,1 kadardır. Bunun bir kısmı element, çoğu (—2) değerli sülfür ve (+6) değerli sulfat kükürdüdür. Element kükürt başlıca Sicilya'da, A.B.D. (Louisiana-Texas) de ve yurdumuzda Keçiborlu, Sarayköy bölgelerinde bulunur. Dünya tüketiminin %90'ını A.B.D. kaynakları karşılar. Başlıca sülfürler FeS_2 pirit, $CuFeS_2$ halkopirit, ZnS çinko blend. HgS zencefre, PbS galendir.



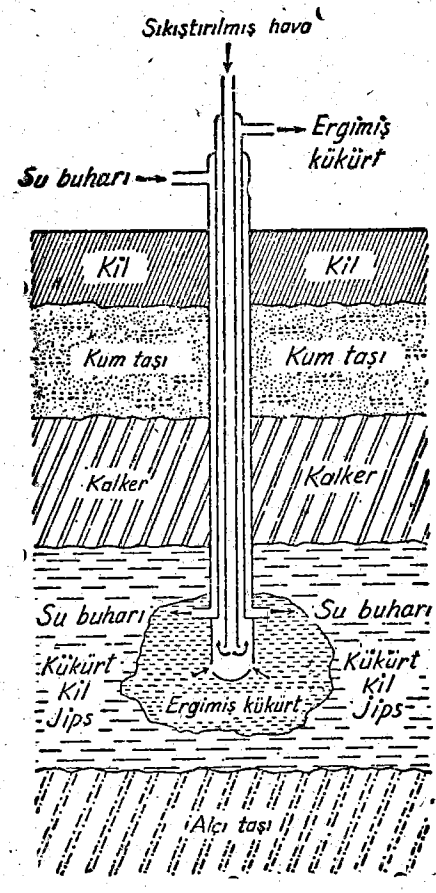
Şekil: 1 — Kalkaroni yöntemiyle kükürt elde edilmesi

Sulfatlar arasında en çok rastlanan $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ **alçı taşı** (jips) ve $BaSO_4$ **baritin** (ağır spat)tir. Taşkömürde %1 oranında bileşik kükürt vardır.

Elde Edilişi:

Kükürt tabiatta kil, kalker ve alçı taşıyle karışık olarak bulunur. **Kükürt filizi** adı verilen kükürtlü kayalar ısıtılırsa kükürt ergiyerek akar, ham kükürt ele geçer.

Sicilya'da kükürt filizi yeryüzüne yakın katmanlarda bulunur. Filiz ergitme fırınlarına yığılır (Şekil: 1). Alttan ateşlenir, kükürdün bir kısmı yanar. Çıkan ısı geri kalanı ergitir, ergimiş kükürt dışarı akar. Bu calcaroni (kalkaroni) yöntemidir. Kaplarda toplanarak donan kükürt saf değildir, ham kükürt adını alır.

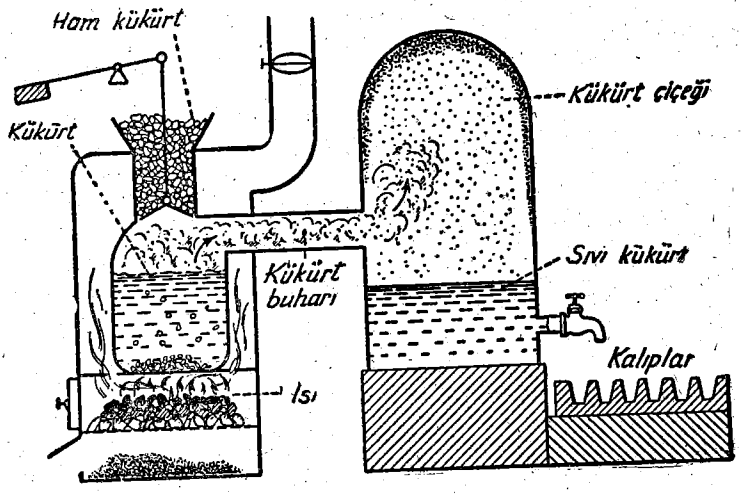


Şekil: 2 — Frasch yöntemiyle kükürt elde edilmesi.

Frasch (Fraş) Yöntemi:

A.B.D. de kükürt yeraltında 150-500 m. derinlikteki katmanlarda bulunur. Ham kükürt, olduğu yerde ergitilerek yeryüzüne çıkarılır. Bunun için en genişi 30 cm. çapında, iç içe geçmiş üç çelik boru, kükürt katmanına kadar indirilir. Dış borudan 160-170°C de 5-6 atmosfer basınç altında aşırı ısıtılmış su buharı gönderilir. Bu sıcaklıkta kükürt ergir (e.n. 113°C). İç borudan basınçlı hava pompalanır. Sıvı kükürt orta borudan suyla karışık olarak dışarıya akar (Şekil: 2). Bu kükürt %99,5 luktur, ayrıca arıtma gerekmez.

Ham kükürt damıtma yoluyle arıtılır, bu amaçla demir karnilerde ısıtılarak kaynatılır. Kükürt buharı tuğladan yapılmış odalara gönderilir, duvarlarında **kükürt çiçeği** (toz kükürt) toplanır. Oda ısınınca toplanan kükürt ergiyerek akar, dışarıya alınarak kalıplara dökülür (Şekil: 3).



Şekil: 3 — Ham kükürdün arıtılması.

Keçiborlu Kükürt Fabrikası (Okuma parçası):

Keçiborlu Kükürt Fabrikası, Keçiborlu'da tren istasyonu karşısındadır. Kükürt filizi Keçiborlu ve Sarayköy'de açılmış ocaklardan getirilir. Filizlerdeki kükürt oranı %35-85 arasında değişir. %75-85 kükürtlü filizler küçük arabalara yüklenir ve otoklavlara yerleştirilir, ağzı kapanır. İçine 160°C de aşırı ısınmış su buharı gönderilir. Ergiyen kükürt deliklerden kalıplara akarak donar. Katı kükürt değirmenlerde öğütülür, 50'şer kiloluk torbalara doldurulur. Bu kükürt %99,8'liktir, ayrıca arıtma yapılmaz. İçinde %35-65 kükürt bulunan filizler ve otoklavdan çıkan kalıntı (cüruf) beraber öğütülür. Flotasyonla zenginleştirilir, 180°C ısıtılmış su buharıyle ergitilir. Akıtılan ham kükürt filtre preslerde arıtılır.

Fabrikanın Üretim Tablosu:

Yıllar	Üretim	Yıllar	Üretim
1967	25.030 ton	1970	29.223 ton
1968	24.180 »	1971	27.088 »
1969	25.700 »	1972	22.454 »

2 — KÜKÜRDÜN GENEL ÖZELLİKLERİ:

Allotropları:

Katı kükürt üç allotropik şekilde bulunur. Bunlar **rombik, monoklinik** (Şekil: 4) ve **amorf** (plastik) kükürttür (Şekil: 4/A). Rombik ve monoklinik kükürt kristalleri S_8 moleküllerinden yapılmıştır. Amorf kükürt moleküllerinde çok sayıda kükürt atomu bulunur. 95,6°C de rombik kükürt monoklinik kükürde dönüşür. 95,6°C den düşük sıcaklıkta rombik, yüksek sıcaklıkta monoklinik kükürt dengededir.

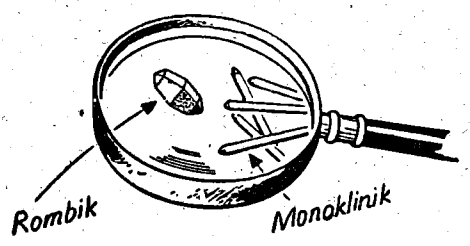
$$S_8 \underset{\text{Monoklinik}}{\overset{95,6^\circ C}{\rightleftharpoons}} S_8 + En.$$
Rombik

(Prizmatik kristaller) (İğne şeklinde kristaller)

Amorf kükürt dengesizdir, yavaş yavaş önce monoklinik, sonra rombik kükürde döner.

Fiziksel Özellikleri:

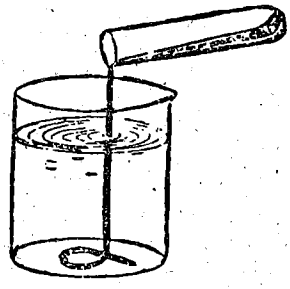
Rombik ve monoklinik kükürt sarı renkli, kokusuz, tatsız, kristal yapılı maddelerdir. Rombik kükürt 113°C de, monoklinik kristaller 119°C de ergir. Sıvı kükürt 444°C de kaynar, rengi koyulaşır. Kükürt suda erimez, CS_2 ve sıcak benzende erir. Eritken adi sıcaklıkta buharlaşınca rombik kükürt kristalleri (niçin?) ayrılır. Koyu renkli amorf kükürt lastik gibi uzar, hiç bir eritkende erimez.



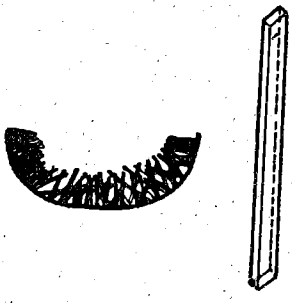
Şekil: 4 — Rombik ve monoklin kükürt kristalleri.

DENEY : 1 — Bir tüpte bir miktar kükürdü, hafif ateşte, döndüre döndüre ısıtarak ergitiniz. Önce açık sarı renkli akıcı bir hal alır. Isıtmaya devam ediniz, renk koyulaşır. 200°C de reçine gibi kıvamlı bir hal alır. Tübü çeviriniz, dökülmez. Isıtmaya devam ediniz, tekrar akışkan bir sıvı olur ve rengin koyulaşması devam eder. 444°C de kaynamaya başlar. Tübün kenarlarında kükürt çiçeği yoğunlaşır. Kütleyi soğuk suya dökünüz. Lastiğe benzer amorf kükürt elde edilir (Şekil: 4/A).

DENEY : 2 — a) Bir porselen krözeye koyduğunuz kükürdü hafif bir ateşte döndürerek ısıtıp sıvılaştırınız. Soğutunuz, bir kabuk bağlar. Kabuğu kırınız ve içindeki sıvı kükürdü akıtınız. Kröze soğuyunca içinde iğne şeklinde parlak monoklinik kükürt kristalleri görülür (Şekil: 4/B). 95,6 derecenin üstünde monoklinik kükürt kristalleri olur. Bu kristaller yavaş yavaş rombik şekle döner.



Şekil: 4/A — Amorf kükürt.



Şekil: 4/B — Monoklin kükürt kristalleri.

b) Bir miktar kükürdü CS_2 de eritiniz. Eriyiği bir saat camı üzerine dökünüz (ateşten uzak durunuz, CS_2 tutuşabilir). CS_2 in buharlaşmasını bekle-

yiniz. Sarı rombik kükürt kristallerini büyüteçle inceleyiniz (Şekil: 4). 95,6 derecenin altında rombik kristaller oluşur.

Kimyasal Özellikleri:

Kükürdün allotropları aynı kimyasal özellikleri gösterir. Bileşiklerinde başlıca —2, +4, +6 değerleri alır.

FeS	S_8	SO_2	SO_3 ve H_2SO_4
—2	0	+4	+6

Kükürt havada yanınca daima SO_2 verir.

$$S + O_2 \longrightarrow SO_2$$

H_2 ve Cl_2 ile birleşir.

$$2S + Cl_2 \longrightarrow S_2Cl_2$$ (Kükürt klorür)

(S, —2 ve +4 değerlidir)

$$H_2 + S \underset{500°C}{\overset{Ni}{\rightleftharpoons}} H_2S$$

Beyaz derecede (1200°C-1400°C) ısıtılmış mangal kömürü kükürt buharıyle CS_2 verir.

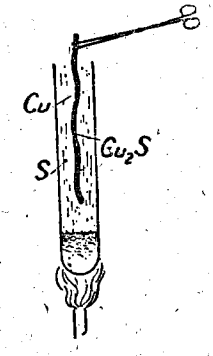
$$C + 2S \xrightarrow{1200\text{-}1400°C} CS_2$$

Kükürdün ağır metallere karşı ilgisi çoktur. Bunlarla kolaylıkla birleşerek sülfürleri yapar.

$$Fe + S \longrightarrow FeS$$
$$Cu + S \longrightarrow CuS \quad \text{veya} \quad 2Cu + S \longrightarrow Cu_2S$$

DENEY : 3 — a) Bir miktar demir tozunu (7 gr.) ağırlığının yarısı kadar (4 gr.) kükürt tozuyle karıştırınız. Ateşe dayanıklı bir tübe koyup ısıtınız. Şiddetli bir yanma bütün kütleyi sarar, FeS oluşur.

b) Bir tüpte kaynatmakta olduğunuz kükürdün buharı içine kızgın bakır tel sokunuz. Şiddetli bir reaksiyonla siyah CuS ve Cu_2S olur (Şekil: 5).



Şekil: 5 — Kükürt bakırla birleşir.

Sıcak derişik H_2SO_4 kükürdü SO_2 ye, sıcak derişik HNO_3, H_2SO_4 e kadar yükseltger.

$$S + 2H_2SO_4 \longrightarrow 3SO_2 + 2H_2O$$
$$S + 2HNO_3 \longrightarrow H_2SO_4 + 2NO$$

Denklemleri redoks yoluyle denkleştiriniz.

Kükürt Nerelerde Kullanılır?

Yeryüzünde üretilen kükürdün en büyük kısmı yakılarak SO_2 ye çevrilir. Bundan da H_2SO_4 yapılır ve kâğıt endüstrisinde kullanılan $Ca(HSO_3)_2$ elde edilir.

Ham kauçuk kükürtle ısıtılarak lastik elde edilir, işleme **vulkanizasyon** denir.

Kükürtten CS_2 ve kibrit yapmakta kullanılan Sb_2S_3 elde edilir. İnce toz kükürt (kükürt çiçeği) böcekleri ve mantarları öldürdüğü için bağcılıkta kullanılır. İnce dağılmış (kolloidal) kükürtten yapılan merhemler bazı deri hastalıklarına iyi gelir. Yurdumuzda üretilen kükürdün çoğu bağcılıkta kullanılır.

HİDROJEN SÜLFÜR H_2S

3 — BULUNUŞU VE ELDE EDİLİŞİ :

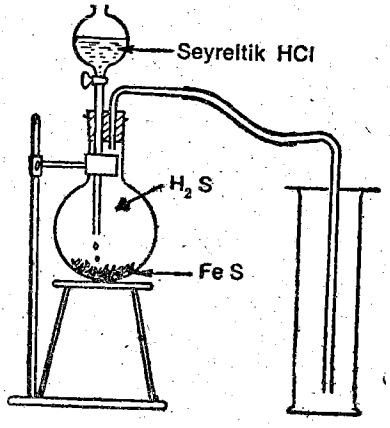
Nerelerde Bulunur?

Volkanlardan çıkan gazlar ve kükürtlü kaplıca sularında H_2S bulunur. Proteinler bozunurken yapısındaki kükürdün bir kısmı H_2S e dönüşür. Bozuk yumurtanın kokusu H_2S ten ileri gelir.

Nasıl Elde Edilir?

H_2S i elementlerinden elde etmek güçtür. Laboratuvarda ve endüstride FeS üzerine seyreltik HCl veya H_2SO_4 dökülerek elde edilir

$$FeS + 2HCl \longrightarrow FeCl_2 + H_2S$$



Şekil: 6 — FeS den H_2S elde edilmesi.

DENEY : 4 — a) Şekil: 6'daki düzeneği hazırlayınız. Damlatma bunisinden seyreltik HCl i FeS üzerine yavaş yavaş akıtınız. Çıkan H_2S i kokusundan tanıyınız.

b) H_2S i NH_3 eriyiğinden geçiriniz. Bir süre sonra amonyak kokusu kalmaz.

c) H_2S i, $CuSO_4$, $Pb(NO_3)_2$, $SnCl_2$, $SbCl_3$ eriyiklerinden geçiriniz, meydana gelen çökeleklerin rengine dikkat ediniz.

d) H_2SO_4 ile asitlendirdiğiniz $KMnO_4$ eriyiğinden geçiriniz. Mor renk kaybolur, ince dağılmış kükürt çöker (aşağıya bakınız).

4 — ÖZELLİKLERİ VE KULLANILIŞI :

Fiziksel Özellikleri:

H_2S bozuk yumurta kokusunda, zehirli bir gazdır. Uzun süre koklanırsa kalp ve akciğer sinirlerinde felç yapar. Havadan ağırdır. 20°C de 1 litre suda 3 litre H_2S erir.

Kimyasal Özellikleri:

H_2S çok zayıf bir asittir. Sudaki eriyiği pek az iyonlaşır.

$$H_2S + H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + HS^-$$

Bazlarla birleşerek sülfürleri yapar.

$$2NaOH + H_2S \longrightarrow Na_2S + 2H_2O$$

$$2NH_3 + H_2S \longrightarrow (NH_4)_2S$$ (Deney: 4/b)

Amonyum sülfür

Renksiz bir alevle yanar. Yeter hava varsa SO_2 ye kadar yükseltgenir.

$$\text{Az hava: } H_2S + 1/2O_2 \longrightarrow S + H_2O$$

$$\text{Çok hava: } H_2S + 3/2O_2 \longrightarrow H_2O + SO_2$$

H_2S indirgendir. SO_2, Cl_2, $KMnO_4$, $K_2Cr_2O_7$ gibi maddeleri indirger.

$$H_2S + Cl_2 \longrightarrow 2HCl + S$$

$$2H_2S + SO_2 \longrightarrow 3S + 2H_2O$$

$$5H_2S + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \longrightarrow 5S + K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 8H_2O$$

Metal sülfürlerin çoğu suda erimez.

Cu^{+2}, Hg^{+2}, Ag^+, Pb^{+2}, Sn^{+2}, Sb^{+3}, As^{+3} tuzlarının nötür veya asitli eriyiklerinden H_2S geçirilirse bunların sülfürleri çöker. Zn^{+2}, Fe^{+2}, Co^{+2}, Ni^{+2} tuzları H_2S ile ancak bazik ortamda çökelek verir. Bunlar en iyi $(NH_4)_2S$ ile çöktürülür.

$$CuSO_4 + H_2S \longrightarrow H_2SO_4 + CuS \text{ (Siyah)}$$
$$Pb(NO_3)_2 + H_2S \longrightarrow 2HNO_3 + PbS \text{ (Siyah)}$$
$$2SbCl_3 + 3H_2S \longrightarrow 6HCl + Sb_2S_3 \text{ (Turuncu)}$$
$$FeSO_4 + (NH_4)_2S \longrightarrow (NH_4)_2SO_4 + FeS \text{ (Siyah)}$$

$Pb(NO_3)_2$ eriyiğine batırılmış süzgeç kâğıdı H_2S e tutulursa siyah ve parlak PbS görülür. Bir yerde çıkan H_2S böyle tanınır.

Kullanılması:

H_2S ten $(NH_4)_2S$ elde edilir, her ikisi de katyon analizinde kullanılır. Metal ve yarımetal sülfürlerin çoğu suda erimez. Bunların bazıları eriyiklerinden H_2S ile, bazıları da $(NH_4)_2S$ ile çöktürülerek ayrılır. Sülfürlerin çoğu siyah, bir kısmı da renklidir.

KÜKÜRT DİOKSİT SO_2

5 — BULUNUŞU VE ELDE EDİLİŞİ:

SO_2 Nerelerde Bulunur?

SO_2 tabiatta volkanik bölgelerde fışkıran gazlarda bulunur. Maden kömürleri yanarken SO_2 de çıkar. Bu gaz endüstri bölgelerinin havasını kirletir. Özellikle sülfürlü filizlerden metal elde eden fabrikaların bulunduğu yerlerin atmosferinde bol miktarda SO_2 vardır.

SO_2 Nasıl Elde Edilir?

Endüstride: SO_2 başlıca kükürdün yakılması, ya da sülfürlü filizlerin kavrulması (yakılması) ile elde edilir.

$$S + O_2 \longrightarrow SO_2$$
$$2FeS_2 + 11/2O_2 \longrightarrow Fe_2O_3 + 4SO_2$$
Pirit

Son denklemi redoksla denkleştiriniz. Hem demir, hem kükürdün yükseltgendiğini düşününüz. Pirite kükürt —2 ve 0 değerliklidir.

Element kükürt ve sülfür filizleri yetersiz olan İngiltere ve Almanya'da SO_2, $CaSO_4$ ten elde edilir.

$CaSO_4 + SiO_2 + C$ karışımı ısıtılarak ergitilir.

$$CaSO_4 + SiO_2 + C \longrightarrow CaSiO_3 + SO_2 + CO$$

Laboratuvarda: SO_2, 1. Derişik H_2SO_4 ile Cu veya Hg metallerinin ısıtılmasından, 2. Sülfit veya bisülfitlerin asitlerle birleşmesinden elde edilir.

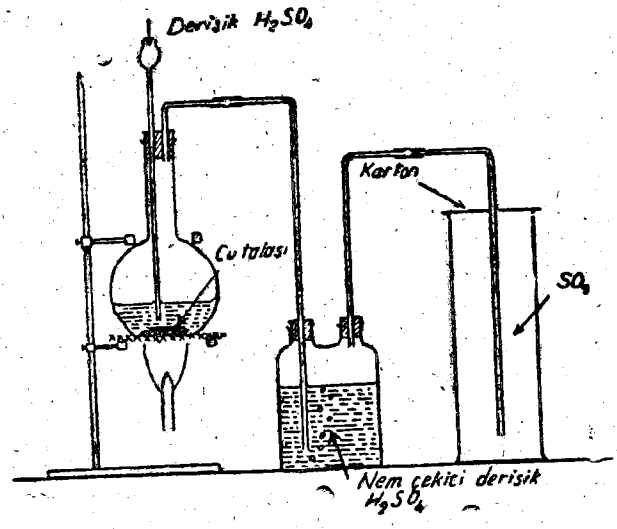
$$Cu + 2H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$$

Sıcak, Derişik

$$NaHSO_3 + HCl \longrightarrow NaCl + SO_2 + H_2O$$

DENEY : 5. — a) Şekil: 7'deki düzeneği hazırlayınız. Balona koyduğunuz bakır talaşını örtecek kadar derişik H_2SO_4 akıtınız, ısıtınız. Çıkan SO_2 yi kaplara doldurunuz, Deney: 6'da kullanınız.

b) Balona Cu yerine $NaHSO_3$ veya Na_2SO_3 koyunuz. Damlatma hunisinden de seyreltik HCl akıtınız, elde edilen SO_2 yi kaplara doldurunuz, Deney 6'da kullanınız.



Şekil: 7 — Laboratuvarda SO_2 elde edilmesi.

6 — SO_2 nin Özellikleri ve Kullanılışı:

Fiziksel Özellikleri:

SO_2 renksiz, keskin kokulu (yanan kükürt kokusunda), zehirli ve boğucu bir gazdır. Havadan ağırdır. Basınç altında kolaylıkla sıvılaşır, k.n. —10°C dir. Suda çok erir. 20°C de 1 litre su 40 litre SO_2 eritir.

Kimyasal Özellikleri:

DENEY : 6 — Deney: 5'te elde ettiğiniz SO_2 ile aşağıdaki deneyleri yapınız:

a) SO_2 dolu kabı suyla çalkalayınız, içine mavi turnusol kâğıdı atınız. renk kırmızıya döner, bir süre sonra rengi kaybolur.

b) SO_2 dolu kaba çiçek, nemli saman ve kumaş parçaları atınız, renkleri gider.

c) SO_2 yi ayrı ayrı $KMnO_4$ ve $K_2Cr_2O_7$ eriyiklerinden geçiriniz. Renk değişmelerine dikkat ediniz. Klorlu sudan geçiriniz, bir süre sonra kler kokusu kalmaz.

SO_2 bir asit oksittir (asit anhidridi); suda eridiği zaman bir kısmı suyla birleşir, zayıf bir asit olan H_2SO_3 sülfüröz asit verir. Bu asit pek az iyonlaşır.

$$SO_2 + H_2O \rightleftarrows H_2SO_3 \text{ (Sülfüröz asit)}$$
$$H_2SO_3 \rightleftarrows 2H^+ + SO_3^{-2}$$

Bazlarla birleşerek bisülfitleri ve sülfitleri yapar.

$$SO_2 + NaOH \longrightarrow NaHSO_3$$
$$NaHSO_3 + NaOH \longrightarrow Na_2SO_3 + H_2O$$

SO_2 sulu ortamda indirgendir, kükürt 2 elektron vererek H_2SO_4'e yükseltgenir.

$$SO_2 + H_2O + (O) \longrightarrow H_2SO_4$$

Bu nedenle renk giderici özellik gösterir. Samanı ağartır, çiçeklerin, renkli kumaşların rengini açar. Fakat bu etki geçicidir, madde yükseltgenince çoğunlukla renk geri gelir. Ağarmış saman yavaş yavaş sararır.

$$SO_2 + H_2O + RO \longrightarrow H_2SO_4 + R$$
Renkli Org. Mad. — Renksiz Org. Mad.

$KMnO_4$ ve $K_2Cr_2O_7$ eriyiklerini, H_2O_2 ve Cl_2'yi indirger; klor kalıntılarını gidermede (**antiklor**) kullanılır.

$$5SO_2 + 2KMnO_4 + 2H_2O \longrightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 2H_2SO_4$$
(Mor) — (Renksiz)

$$SO_2 + Cl_2 + 2H_2O \longrightarrow 2HCl + H_2SO_4$$
$$SO_2 + H_2O_2 \longrightarrow H_2SO_4$$

Buna karşılık H_2S ve Mg gibi daha kuvvetli indirgen maddeler SO_2'yi S'e kadar indirgeyebilir.

SO_2 içine H_2S gönderilir veya yanmakta olan Mg şeridi daldırılırsa S ayrılır.

$$2H_2S + SO_2 \longrightarrow 3S + 2H_2O$$
$$2Mg + SO_2 \longrightarrow 2MgO + S$$

Burada SO_2 yükseltgen olarak etkimiştir.

SO_2 yanıcı değildir. Fakat katalizör yardımıyle O_2 ile birleşerek SO_3'e dönüşür.

Kullanılışı:

SO_2 başlıca H_2SO_4 elde etmede kullanılır. Bundan başka Na_2SO_3 ve kâğıt hamurunu ağartan $Ca(HSO_3)_2$ elde edilir.

$$CaCO_3 + H_2O + 2SO_2 \longrightarrow Ca(HSO_3)_2 + CO_2$$

$Ca(HSO_3)_2$ odun hamurunda bulunan lignini eriterek selülozdan ayırır. Klorla ağartılamayan şeker, yün, ipek SO_2 ile ağartılır. Eskiden ka-

pah binalarda kükürt yakılarak SO_2 ile dezenfekte edilir, böcekler öldürülürdü. Bugün daha etkin kimyasal maddeler kullanılır. Sıvı CO_2 kükürtlü ve azotlu bileşikleri eritir. Bunun için petrol ürünlerinin arıtılmasında işe yarar.

KÜKÜRT TRİOKSİT SO_3

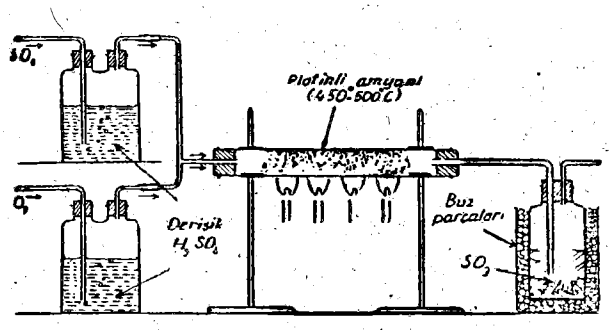
7 — ELDE EDİLİŞİ VE ÖZELLİKLERİ :

Elde Edilişi:

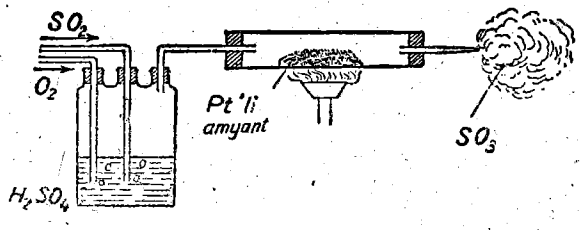
SO_2 uygun şartlarda O_2 ile birleşir.

$$2SO_2+O_2 \rightleftarrows 2SO_3+47.000 \text{ kal.}$$

Olay iki yönlüdür. SO_3 oluşumu ısı verdiği için düşük sıcaklıkta SO_3 dengededir. 1000°C de SO_3 ün hemen hepsi SO_2 ye dönüşür. Bu yüzden kükürt yanarken SO_3 değil SO_2 olur. Düşük sıcaklıkta SO_2 nin SO_3 e dönüşmesi gerekir. Fakat reaksiyon hızı çok azdır. 450-500°C de SO_2+O_2 karışımı, platin katalizörler üzerinden geçirilerek bu dönüşüm sağlanır. Laboratuvarda (Şekil: 8) deki düzenek kullanılabilir. Kuru SO_2+O_2 karışımı küçük alevle ısıtılmış platinli amyant üzerinden geçirilir. Buzla soğutulan kapta, iğne şeklinde, parlak SO_3 kristalleri toplanır. Aygıttan çıkan gaz havaya bırakılırsa SO_3 nemle birleşir, H_2SO_4 sisini yapar (Şekil: 8/A).



Şekil: 8 — Laboratuvarda SO_3 elde edilmesi.



Şekil: 8/A — SO_3 havada sis yapar.

DENEY : 7 — Bir beherglasa SO_3 ile doyurulmuş su koyunuz. Bir platin teli helezon şeklinde kıvırıp cam çubuğa tutturunuz. Kızdırınız ve beherglasa daldırınız. Oluşan SO_3 sis yapar.

Özellikleri:

SO_3 beyaz, parlak, iğne şeklinde kristal yapılı bir maddedir. 40°C de ergir, 45°C de kaynar; SO_3 in adi sıcaklıkta sıvı olan (e.n. 15) bir de allotropu vardır.

Kuvvetli bir asit oksittir. Su ve metal oksitlerle birleşir; H_2SO_4 ve sulfatları yapar. Katı SO_3 suya atılınca cızırdayarak ve şiddetle birleşir. Bol miktarda H_2SO_4 sisi olur.

$$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4 + En.$$

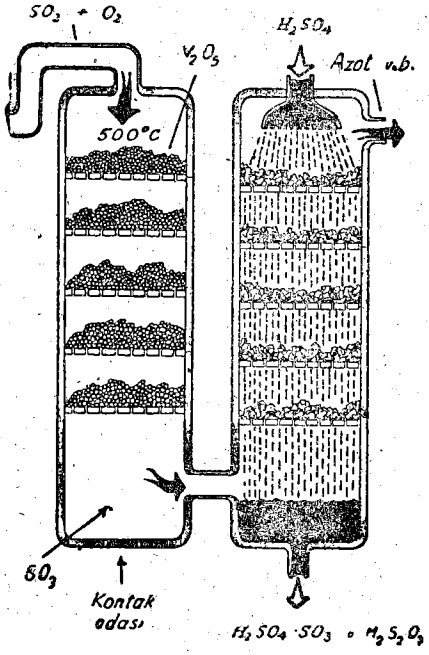
BaO üzerinden SO_3 geçirilirse şiddetli bir reaksiyon olur. Katı kütle akkora kadar ısınarak ışık verir.

$$BaO + SO_3 \longrightarrow BaSO_4 + En.$$
(Bazik ok.) (Asit ok.) (Tuz)

SÜLFÜRİK ASİT H_2SO_4

3 — ELDE EDİLİŞİ:

Endüstride H_2SO_4 **kontakt ve kurşun odalar** yöntemleriyle elde edilir.



Şekil: 9 — Kontakt metoduyle H_2SO_4 elde edilmesi.

Kontakt Yöntemi:

Dünya üretiminin 2/3 ünü sağlayan bu yöntemde H_2SO_4 üç basamakta elde edilir: 1. Önce temiz ve kuru $SO_2 + O_2$ (hava) karışımı 450-500°C de ısıtılmış V_2O_5 (vanadin pentoksit) katalizörü üzerinden geçirilerek SO_3 e çevrilir.

$$2SO_2 + O_2 \xrightarrow[V_2O_5]{450\text{-}500^\circ C} 2SO_3 + 47000 \text{ kal.}$$

SO_2 çoğunlukla kükürdün yakılması, bazen de piritin kavrulmasıyle elde edilir. SO_2 elektrostatik gaz filtrelerinde tozlardan özellikle katalizörü «zehirleyen» As_2O_3 ten temizlenir. Havayla karıştırılarak kontakt odasına gönderilir (Şekil: 9).

Katalizör sıcak gazlarla ısınır. SO_3 oluşumunun verdiği ısı katalizörün sıcaklığını sabit tutar. 2. İkinci adım SO_3 ün derişik H_2SO_4 te eritilmesidir. SO_3 ü doğrudan doğruya suya gönderip H_2SO_4 elde edemeyiz. Çünkü açığa çıkan ısı sebebiyle SO_3 ün pek azı suda erir, geri kalanı buharlaşarak su üzerinde sis yapar. Bu yüzden SO_3 derişik H_2SO_4 te eritilerek **dumanlı sülfürik asit (pirosülfürik asit)** yapılır.

$$2.\ H_2SO_4 + SO_3 \longrightarrow H_2S_2O_7 \text{ (Dumanlı sülfürik asit)}$$

3. Dumanlı sülfürik asite azar azar su eklenerek istenen derişiklikte H_2SO_4 elde edilir.

$$3.\ H_2S_2O_7 + H_2O \longrightarrow 2H_2SO_4$$

Kurşun Odalar Yöntemi:

Bu yöntemde SO_2 sulu ortamda NO_2 nin katalizörlüğüyle H_2SO_4 e yükseltgenir, NO_2 NO ya indirgenir. Havanın oksijeni NO yu tekrar NO_2 ye yükseltger.

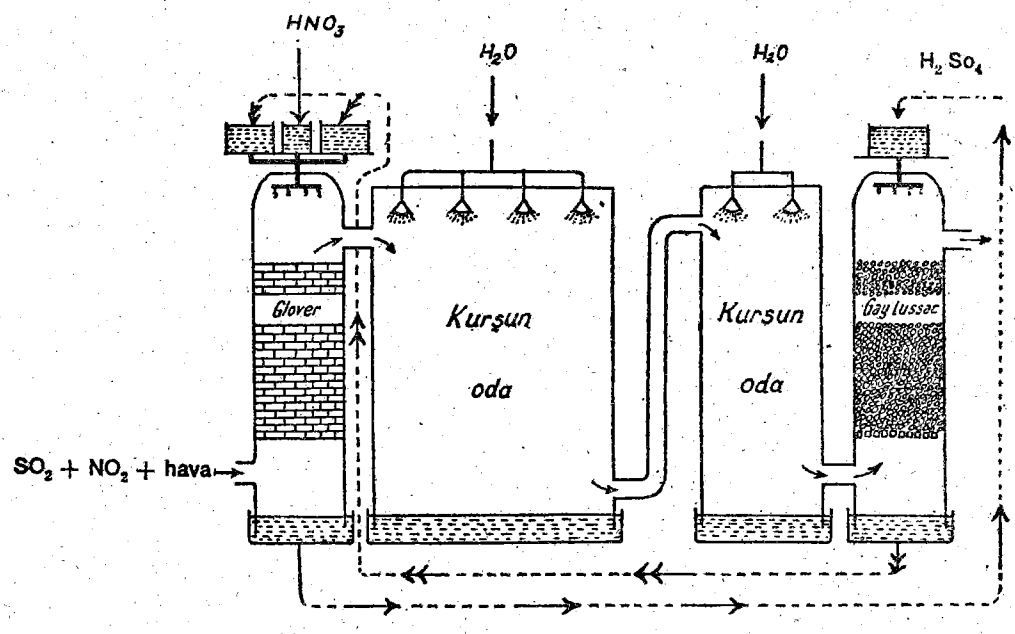
$$SO_2 + NO_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4 + NO$$

$$NO + 1/2O_2 \longrightarrow NO_2$$

$$SO_2 + 1/2O_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$$

Görüldüğü gibi NO_2 katalizör olarak etkir. Bu reaksiyonlar içi kurşunla kaplı odalarda olduğu için **kurşun odalar yöntemi** denir. Bu metotta kavurma fırınlarından gelen gazın temizlenmesi zorunlu değildir. Ancak H_2SO_4 ün arseniksiz olması istenirse kontakt yöntemindeki gibi ön temizleme yapılır.

Fabrikada başlıca üç kısım bulunur: 1. 7-10 m. yüksekliğinde, 3-4 m. çapında silindirik **Glover kulesi**, 2. Her biri 5000-10000 m^3 hacminde 2-4 kurşun kaplı oda. 3. 10-15 m. yüksekliğinde 3-4 m. çapında silindirik **Gay-Lussac kulesi** (Şekil: 10). Glover kulesinden gelen $SO_2 + NO_2$ + hava karışımı tavanından su püskürtülen kurşun odalara girer. Odaların tabanında %60-70'lik H_2SO_4 (odalar asidi) toplanır. Çıkan gazların içinde NO_2 ve bir miktar hava bulunur. Bu karışım tavanından %78'lik H_2SO_4 akıtılan Gay-Lussac kulesine gönderilir. Yukarıdan aşağıya akan asit yukarı çıkan gazlardaki NO_2 yi absorbe eder. Biraz da $NOHSO_4$ (nitrozil bisulfat) oluşur. Gay-Lussac kulesinin dibinde toplanan sülfürik asit, içinde biraz erimiş nitrozil bisulfat bulunduğundan, «nitrozlu sülfürik asit» adını alır. Buna biraz odalar asidi eklenerek Glover kulesinden akıtılır. Ters yönde gelen hava ve SO_2 karışımı, asitte erimiş olan NO_2 yi ve bir miktar suyu alır. Asit derişir, kulenin dibinde %78-80'lik



Şekil 10 — Kurşun odalar yöntemiyle H_2SO_4 elde edilmesi.

asit toplanır. Glover kulesinden arasıra HNO_3 akıtılır; Gay-Lussac kulesinden kaçan NO_2 açığı tamamlanır.

$$4HNO_3 \xrightarrow{\text{ısı}} 4NO_2 + O_2 + 2H_2O$$

Bugün kurşun odalar yerine kuleler kullanılır.

Yurdumuzda Sülfürik Asit Fabrikaları (Okuma parçası):

Karabük Sülfürik Asit Fabrikası:

1943 yılında işletmeye açılan Karabük Sülfürik Asit Fabrikası, kurşun odalar yönteminin geliştirilmiş şekli olan **Peterson kuleleri** yöntemiyle çalışır. Dört kuleden iki Glover kulesi, ikincisi kurşun oda, son ikisi Gay-Lussac kulesi ödevini görür. Böylece verim odalar yönteminin üç katına ulaşır.

Karabük fabrikasında SO_2 kükürtten veya piritin kavrulmasıyle elde edilir. Kulelerden 78'lik H_2SO_4 elde edilir. Bu da % 93'lük H_2SO_4 e kadar yoğunlaştırılır. Fabrika kükürt kullanıldığı zaman yılda 20.000 ton % 78'lik H_2SO_4 üretecek güçtedir. Üretilen H_2SO_4 ün kısmı süper fosfat ve $(NH_4)_2SO_4$ yapılmasında kullanılır, geri kalanı satılır.

Üretim Tablosu

Ürünler	1970	1971	1972
% 78'lik H_2SO_4	22.147 ton	21.946 ton	23.072 ton
% 93'lük H_2SO_4	9.827 »	9.430 »	10.512 »
Süperfosfat	1.616 »	3.074 »	2.843 »
Amonyum sulfat	6.788 »	7.201 »	6.423 »

Murgul Sülfürik Asit Fabrikası:

1964 yılında açılan ve üretime başlatılan fabrika Peterson yöntemi ile çalışır Halko-piritin kavrulmasıyle ele geçen ve eskiden havaya bırakılan SO_2 kullanılır. Yıllık üretim gücü 36000 tondur.

Bandırma Sülfürik Asit Fabrikası:

Fabrika kule yöntemi ile çalışır. Yıllık üretim gücü 120.000 ton sülfürik asittir.

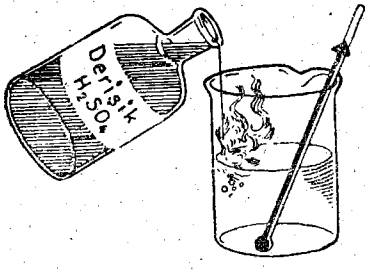
Samsun Sülfürik Asit Fabrikası:

Karadeniz Bakır İşletmeleri Fabrikaları grubundandır. Yıllık üretim gücü 365.000 ton sülfürik asittir.

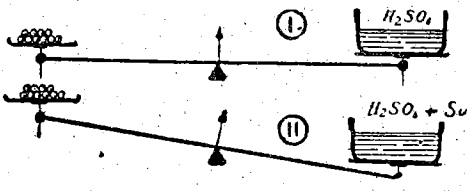
9 — SÜLFÜRİK ASİDİN ÖZELLİKLERİ, SULFATLAR VE KULLANILIŞI:

Fiziksel Özellikleri:

Saf sülfürik asit renksiz, kokusuz, kıvamlı ve ağır bir sıvıdır ($d=1.83$ gr./cm³). 10°C de ergir, 273°C de kaynar, bozunarak SO_3 verir. %98'lik aside dönüşür. Piyasada bulunan derişik H_2SO_4 338°C de kaynayan %98'lik asittir. Derişik sülfürik asit çok tehlikelidir. Vücut dokularında tehlikeli yaralar açar. Elle dokunulmaz. Suyla karışırken çok ısı verir (Şekil: 11). Sıcaklık 120°C ye yükselebilir. Derişik sülfürik asit



Şekil: 11 — Derişik H_2SO_4 suyla karışırken çok ısınır.



Şekil: 11/A — Derişik H_2SO_4 havanın nemini çeker.

içine su dökülürse ani kaynama ve fışkırma olur. Bu durum çok tehlikelidir. Derişik sülfürik asidi seyreltirken daima asit damla damla su içine dökülür ve her düşen damla karıştırılır. Derişik sülfürik asit kuvvetli nem çekici (higroskopik) olduğundan, açıkta bırakılırsa havanın nemini çekerek ağırlığı artar (Şekil: 11/A).

Kimyasal Özellikleri:

Sülfürik asit, 1. Asit, 2. Nem çekici, 3. Yükseltgen etkiler gösterir, 4. Uçucu asitleri tuzlarından açığa çıkarır.

1. **Sülfürik asidin asit etkisi:** Seyreltik H_2SO_4 kuvvetli bir asittir. Suda iyonlaşır, aktif metallere H_2 çıkışıyle etkir, bazlar, bazik oksitler ve zayıf asitlerin tuzlarıyle birleşir.

$$H_2SO_4 + 2H_2O \longrightarrow 2H_3O^+ + SO_4^{-2}$$
$$Zn + H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + H_2$$
$$CuO + H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + H_2O$$
$$NaOH + H_2SO_4 \longrightarrow NaHSO_4 + H_2O$$

Sodyum bisulfat

$$CaCO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + H_2O + CO_2$$

DENEY : 8 — a) Bir tüpte bulunan seyreltik H_2SO_4 içine çinko parçaları atınız. Çıkan hidrojeni başka bir tüpte toplayarak yakınız.

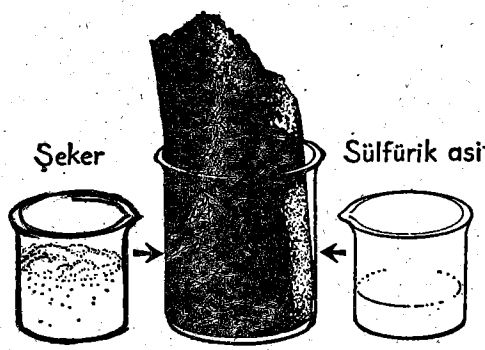
b) Seyreltik H_2SO_4 içine mavi turnusol atınız, kırmızılaşır. Turnusol mavileşinceye kadar NaOH eriyiği koyunuz, tüp ısınır.

c) Mermer parçaları ($CaCO_3$) üzerine H_2SO_4 dökünüz. Çıkan gaza, ucunda bir damla kireç suyu bulunan cam boruyu tutunuz. Kireç suyu bulanır.

2. Nem çekici etkisi: Derişik H_2SO_4 kuvvetli bir nem çekici maddedir. Suyla sülfürik asit arasında derin bir ilişki vardır. Bunun için suyla birleşirken ısınır (Şekil: 11). Şeker, odun, pamuk, keten vb. organik maddelerle yapısında kimyasal bağlı su bulunan $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (mavi bakır sulfat) gibi inorganik maddelerden su çeker. Organik maddeler kömürleşir. Canlı dokulara etkisi de böyledir.

DENEY : 9 — a) Tübe 2 cm³ su koyunuz. İçine azar azar derişik H_2SO_4 akıtınız. Tüp elle tutulmayacak kadar ısınır.

b) Tüpte bulunan derişik H_2SO_4 içine mavi $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ kristalleri atınız. Bir süre sonra kristaller suyunu kaybederek beyaz $CuSO_4$'a dönüşür. Sülfürik asidi dökünüz, $CuSO_4$ üzerine birkaç damla su koyunuz, tekrar mavileşir.



Şekil: 12 — Derişik H_2SO_4 su çekerek şekeri kömürleştirir.

c) Küçük bir behergiasa biraz toz şeker koyunuz, üstünü örtünceye kadar derişik H_2SO_4 ekleyerek biraz bekleyiniz. Önce şekerin rengi koyulaşır, sonra şiddetli bir reaksiyonla kömürleşen kütle köpürerek taşar (Şekil: 12).

Karbon sıcak sülfürik asidin birazını SO_2 ye indirger, SO_2 kokusu duyulur. (Reaksiyonu başlatmak için hafifçe ısıtmak gerekebilir).

$$CuSO_4 \cdot 5H_2O \rightleftarrows CuSO_4 + 5H_2O$$
(Mavi) (Beyaz)

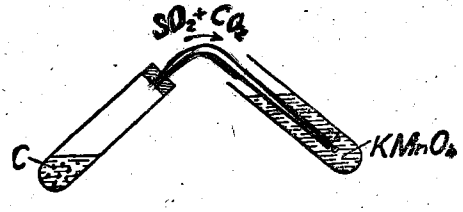
$$C_{12}H_{22}O_{11} \xrightarrow{H_2SO_4} 12C + 11H_2O$$
(Beyaz) (Siyah)

Şeker (Sakkaroz)

Sülfürik asidin su çekiçi etkisinden organik kimyada eterleşme, esterleşme ve nitrolama reaksiyonlarında faydalanılır (Kimya, Lise III).

3. **Yükseltgen etkisi:** Sıcak ve derişik H_2SO_4 kuvvetli bir yükseltgendir. Sulu sülfürik asitle birleşmeyen Cu, Hg, Ag gibi metallere, C, S gibi ametallere yükseltgen olarak etkir. Bu olaylarda +6 değerli kükürt çoğunlukla +4 değerli SO_2 ye indirgenir.

DENEY : 10 — Ateşe dayanıklı bir tübe biraz bakır talaşı, ikinci tübe çinko parçası, üçüncüye kükürt tozu, dördüncüye mangal kömürü tozu koyunuz. Her birine, üstünü örtecek kadar derişik H_2SO_4 ekleyiniz, çalkalayınız ve yavaş yavaş ısıtınız. Çıkan gazı asitli $KMnO_4$ eriyiğinden geçiriniz (Deney: 6; Şekil: 13). veya çıkan gaza asitli $KMnO_4$ e batırılmış süzgeç kâğıdı tutunuz. Mor renk kaybolur. Zn konan tüpte SO_2 çıkışıyla birlikte S parçaları da görülür. Zn +6 değerli sulfat kükürdünü (0) değerli elementel kükürde kadar indirgeyebilir.



Şekil: 13 — Karbon üzerine derişik H_2SO_4 etkisi.

$$Cu + 2H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$$
$$Zn + 2H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + SO_2 + 2H_2O$$
$$3Zn + 4H_2SO_4 \longrightarrow 3ZnSO_4 + S + 4H_2O$$
$$S + 2H_2SO_4 \longrightarrow 3SO_2 + 2H_2O$$
$$C + 2H_2SO_4 \longrightarrow CO_2 + 2SO_2 + 2H_2O$$

4. **Uçucu asitlerin tuzlarına etkisi:** Derişik sülfürik asit uçucu değildir. Uçucu asitlerin tuzlarıyle ısıtılarak asitleri açığa çıkarır.

$$NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow NaHSO_4 + HCl\ (gaz)$$
$$NaNO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow NaHSO_4 + HNO_3$$

Önemli Sulfatlar:

Sülfürik asit iki değerli bir asit olduğundan iki çeşit tuz yapar. Örnek: Na_2SO_4 sodyum sulfat bir nötür tuz, $NaHSO_4$ sodyum bisulfat asit tuzdur. Sulfatlar endüstride ve laboratuvarda tuz elde etme yollarından biriyle elde edilir. Endüstride bazı sulfatlar sülfürlerin bol hava akımında kavrulmasıyle elde edilmektedir.

$$CuS + 2O_2 \longrightarrow CuSO_4$$

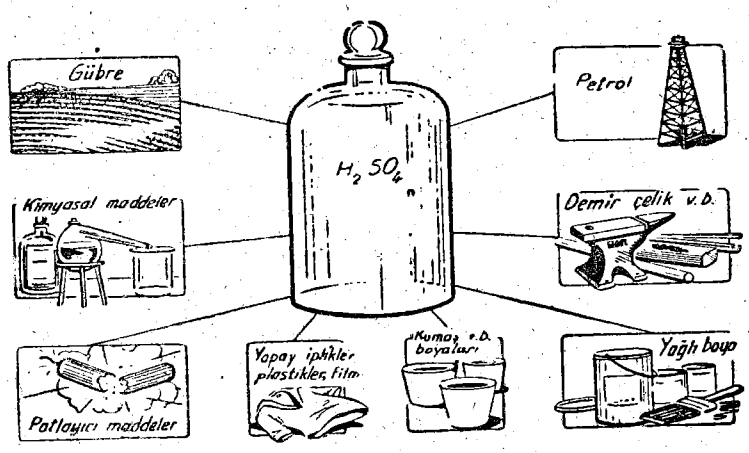
Na, K, Ca, Sr, Ba sulfatları dayanıklıdır, ısıtmakla bozulmaz, özellikle ağır metallerin sulfatları ısıtılınca bozunurlar.

$$PbSO_4 \longrightarrow PbO + SO_2 + 1/2O_2$$

Sulfatların çoğu suda erir. Yalnız Ca, Sr, Ba, Pb sulfatları suda erimez. Suda eriyen önemli sulfatlar, $Al_2(SO_4)_3$ alüminyum sulfat, $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ şap, $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ glovber tuzu, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ İngiliz tuzu (halk arasında), $(NH_4)_2SO_4$ amonyum sulfattır. $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (göztaşı) bağcılıkta kullanılır. $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ kara boya adıyle tanınır. $(NH_4)_2SO_4$ iyi bir gübredir. Suda erimeyen önemli sulfatlar, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ alçı taşı (jips), $CaSO_4 \cdot 1/2H_2O$ alçı, $BaSO_4$ baritin (ağır spat)dir. Alçı taşı ve baritin tabiatta bulunur. $BaSO_4$ mide radyografisi yapılacak hastalara içirilir.

Sulfürik Asidin Kullanılışı:

Sülfürik asit endüstrinin en önemli kimyasal maddelerindendir (Şekil: 14). Bir ülkede endüstrinin gelişme derecesi, tüketilen H_2SO_4 miktarının toplam nüfusa oranıyle ölçülür.



Şekil: 14 — Sülfürik asidin kullanılışı.

a) Sülfürik asit $(NH_4)_2SO_4$ ve süper fosfat gübrelerinin yapılmasında,

b) Kendisinden daha uçucu asitlerin elde edilmesinde,

c) Petrol ürünlerinin arıtılmasında,

d) Metal endüstrileri, kaplamacılıkta,

e) Patlayıcı maddeler, fotoğraf filmi, boyalar, ilâçlar, deterjanlar, yapay iplik ve plastiklerin yapılmasında,

f) Kurşunlu akümülatörlerde,

g) Tekstil endüstrisinde kullanılır.

ÖĞRENDİKLERİMİZİN ÖZÜ

- Yerkabuğunda element, sülfürler ve sulfatlar halinde %0,1 oranında kükürt vardır.
- Element kükürt, kükürt filizlerinden ısıtılıp ergitilerek elde edilir. Yurdumuzda Keçiborlu'da çıkarılır.
- Katı kükürdün rombik, monoklinik ve amorf kükürt olmak üzere üç allotropu vardır.
- Rombik ve monoklinik kükürt CS_2 de erir.
- Kükürdün bütün allotropları aynı kimyasal özellikleri gösterir. Havada yanarak SO_2 verir; H_2, Cl_2, C ile ve metallerin çoğuyle birleşir.
- H_2S, FeS ile sulu HCl veya H_2SO_4 ten elde edilir.
- H_2S çok zayıf bir asittir. Bazlarla sülfürleri yapar. Ağır metallerle yaptığı sülfürler suda erimez.
- H_2S indirgendir, SO_2, Cl_2, $KMnO_4$ ü indirger.
- SO_2 laboratuvarda Cu ile sıcak ve derişik H_2SO_4 ten, ya da $NaHSO_3$ üzerine sulu asitlerin etkisinden elde edilir.
- SO_2 bir asit oksittir. Suyla birleşerek zayıf H_2SO_3 sülfüröz asidi verir.
- SO_2 indirgen bir maddedir. Sulu ortamda $KMnO_4$, Cl_2, HNO_3, NO_2 yi indirger, kendisi H_2SO_4 e yükseltgenir.
- SO_3; SO_2 ile O_2 den katalizör yardımıyle elde edilir. H_2SO_4 ün anhidridir, suyla şiddetle birleşir.
- H_2SO_4 kontakt ve kurşun odalar yöntemleriyle elde edilir. Kontakt yönteminde önce SO_3 elde edilir. SO_3, sülfürik asitte eritilir, su eklenerek H_2SO_4 e çevrilir. Kurşun odalar yönteminde, kurşun odalarda SO_2 + hava + H_2O karışımı NO_2 katalizörüyle H_2SO_4 e çevrilir.
- H_2SO_4 ün asit, su çekici ve yükseltgen özellikleri vardır.
- Sıcak derişik H_2SO_4, sulu H_2SO_4 ve HCl ile birleşmeyen Cu, Hg, Ag vb. metallerle C, S e yükseltgen olarak etkir.
- $CaSO_4$, $SrSO_4$, $BaSO_4$, $PbSO_4$ ten başka bütün sulfatlar suda erir.
- H_2SO_4 hemen her endüstri dalında kullanılan çok önemli bir maddedir.

DÜŞÜNÜNÜZ, ARAŞTIRINIZ, CEVAPLANDIRINIZ :

1. Keçiborlu'da, A.B.D. de kükürt nasıl elde edilir? Nasıl arıtılır?
2. Kükürt tozundan başlayarak rombik, plastik kükürt, FeS, H_2S ve SO_2 nasıl elde edersiniz? Açıklayınız.
3. Kükürt, sıcak, derişik H_2SO_4, derişik HNO_3, bakırla nasıl birleşir? Denklemlerle gösteriniz.
4. Bir eriyikte yan yana bulunan Cu^{+2}, Fe^{+2} iyonlarını H_2S yardımıyle birbirlerinden nasıl ayırabilirsiniz?
5. H_2S ten S, SO_2, CuS nasıl elde edilir Denklemlerle gösteriniz.
6. H_2S i klorlu su, NH_3, $Pb(NO_3)_2$, asitli $KMnO_4$ eriyiklerinden geçiriniz, reaksiyonları denklemlerle gösteriniz.
7. Laboratuvarda birer yolla H_2S ve SO_2 elde edilmesini denklemlerle gösteriniz.
8. Na_2SO_3, $CaSO_4$, $PbSO_4$, H_2SO_4 maddelerinden SO_2 nasıl elde edilir? Denklemlerle gösteriniz.
10. SO_3 gazı NaOH, $KMnO_4$, H_2O_2 eriyiklerinden geçirilince ne olur? Denklemlerle gösteriniz.

11. Kükürt havada yanınca niçin SO_3 vermez? SO_3 ü hangi şartlarla elde edebiliriz? SO_3, H_2O, NaOH, BaO ile birleşince ne olur?
12. Kontakt yöntemiyle kurşun odalar yönteminin birbirine benzemeyen iki yönünü açıklayınız. Kontakt yönteminde SO_3 suyla niçin birleştirilmez? Kurşun odalar yönteminde reaksiyonları denklemlerle gösteriniz.
13. Na_2SO_3, Na_2S, Na_2SO_4 tuzlarını birbirinden nasıl ayırt edersiniz
14. H_2SO_4 ün; su çekme, yükseltgen, asit etkilerine birer örnek veriniz.
15. Sıcak derişik H_2SO_4; Cu, Zn, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, $NaNO_3$ maddeleri üzerine nasıl etkir? Denklemlerle gösteriniz.
16. Seyreltik H_2SO_4 aşağıdaki maddelerin hangisine etkir? $NaHCO_3$, $NaHSO_3$, Cu, S, Zn; denklemlerle gösteriniz.
17. Kükürt hangi değerleri alır? Birer örnek veriniz, bu örnekleri kükürtten başlayarak nasıl elde edebilirsiniz? Denklemleri yazınız.
18. Aşağıdaki denklemleri tamamlayınız ve denkleştiriniz:

$Fe + H_2SO_4$ (Seyreltik) $\longrightarrow$

$FeS + H_2SO_4$ (Seyreltik) $\longrightarrow$

$Fe + H_2SO_4$ (Sıcak-derişik) $\longrightarrow Fe_2(SO_4)_3 + SO_2 + ?$

$SO_2 + H_2O + NO_2$ $\longrightarrow$

$C + H_2SO_4$ (Sıcak-derişik) $\longrightarrow$

$NaCl + H_2SO_4$ (Sıcak-derişik) $\longrightarrow$

$H_2S + H_2SO_4$ (Sıcak-derişik) $\longrightarrow$

19. 9,6 ton kükürtten kaç ton FeS elde edilebilir? Bu FeS seyreltik asitlerle N.Ş. da kaç m^3 H_2S verir?
(Cevap. 26,4 ton, 6720 m^3).
20. 12,70 kg. bakırın derişik H_2SO_4 ile verdiği SO_2 nin N.Ş. da hacmi kaç m^3 olur? NaOH eriyiğinden geçirilirse kaç kg. $NaHSO_3$ elde edilir?
(Cevap: 4,48 m^3, 20,8 kg.).
21. 220 kg. FeS den elde edilen H_2S, $CuSO_4$ eriyiğinden geçirilirse kaç kg. CuS çöker? (Cevap: 238,75 kg.).
22. SO_2 ile H_2S nin birleşmesi hangi ürünler verir? Birleşme hangi hacim ve hangi ağırlık oranlarında olur?
(Cevap: S, H_2O; hacım oranı 1/2, ağırlık 16/17).
23. FeS_2 oranı %60 olan pirit filizinin 300 tonunun kavrulmasıyle ele geçen SO_2 den kaç ton $Ca(HSO_3)_2$ elde edilebilir (Cevap: 303 ton).
24. İçindeki saf pirit minerali oranı %50 olan 60 ton pirit filizinin kavrulmasıyle çıkan SO_2 N.Ş. da kaç m^3 tür? Bu SO_2 den %80 verimle kaç ton %70'lik H_2SO_4 elde edilebilir? (Cevap. 11200 m^3, 56 ton).
25. Hacimsel oranı 1/1 olan $SO_2 + O_2$ karışımı ısıtılmış V_2O_5 üzerinden geçirilirse, hacmi 25 m^3 azalıyor. SO_2 nın hepsinin SO_3 e dönüştüğünü düşünerek, SO_2, O_2 ve SO_3 ün hacimlerini bulunuz.
(Cevap: Her üçü de 50 m^3).
26. Kontakt yöntemiyle 2 ton kükürtten 5 ton %98'lik H_2SO_4 elde ediliyor; yöntemin verim yüzdesini bulunuz. (Cevap: %80).

BÖLÜM: II.

YAPAY GÜBRELER

ANA ÇİZGİLER:

- **Bitkilerde bulunan elementler.**
- **Gübrenin önemi, çeşitleri.**
- **Yapay gübre çeşitleri.**

1 — BİTKİ DOKULARINDA HANGİ ELEMENTLER BULUNUR?

Bilinen elementlerden 20 kadarı bitki dokularının yapısına girer. En önemlileri C, H, O, N, P, S, Ca, K, Mg, Fe; ikinci derecede önemlileri Na, Si, Cl, I tur. Bitkiler yanınca CO_2, N_2, NH_3, SO_2 gibi gazlarla su buharı çıkar. Geriye kül kalır. Örnek: Kurutulmuş ıspanak %16,5, buğday %2, odun %0,3-0,5 arasında kül bırakır. Buğday külünün 3/4'ü K_3PO_4, geri kalanı K_2CO_3 ve başka inorganik tuzlardır. C, H, O, N, P, S, Ca bitki hücrelerinin temel elementleridir. Mg klorofilin yapısına girer, Fe yeşil bitkilerde çok bulunur, karbonhidrat ve organik asitlerin sentezinde K katalizör ödevi görür. Ca, Si bitki dokularını sağlamlaştırır. Cl, I, Si ve başka elementler de hayat olaylarında katalizör olarak etkir.

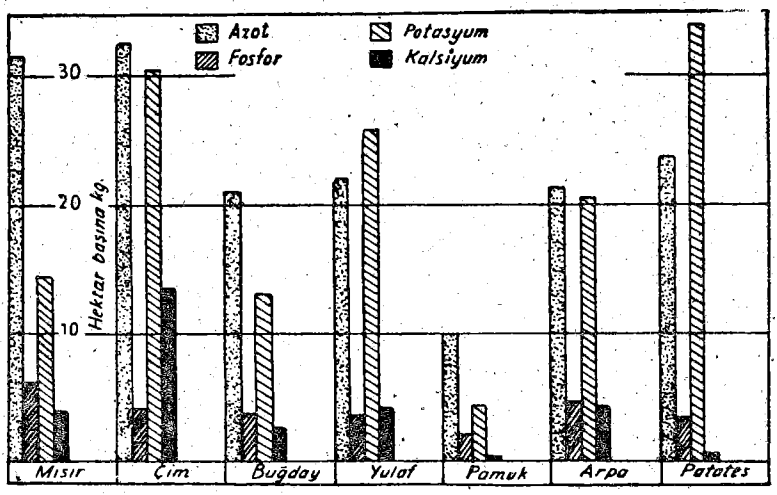
2 — GÜBRENİN ÖNEMİ VE ÇEŞİTLERİ:

Toprak Niçin Gübrelenmelidir?

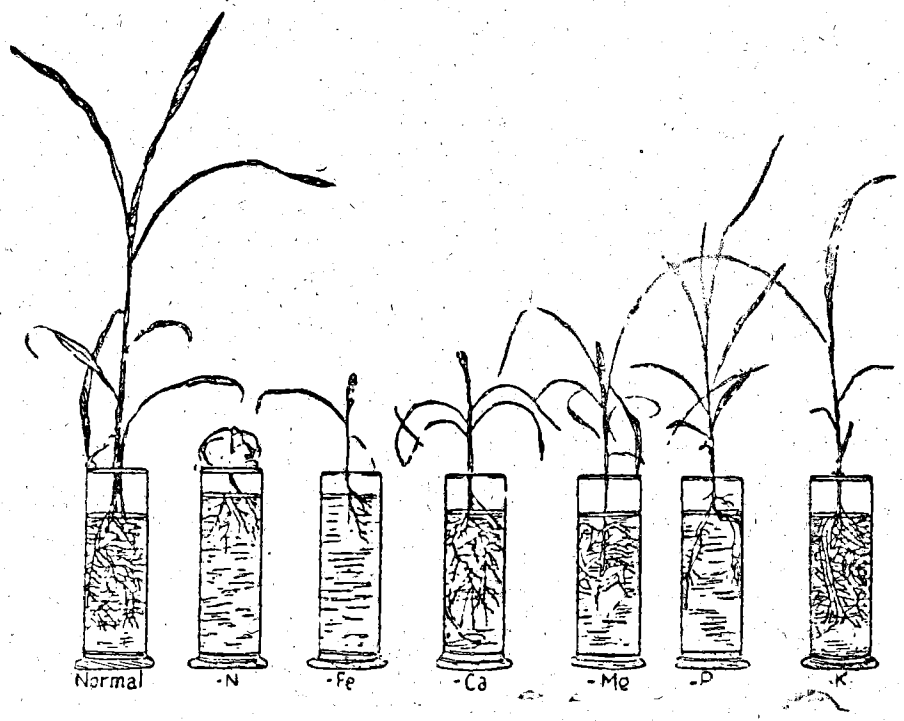
Bitkiler C, H, O elementlerini havanın CO_2'i ile sudan sağlarlar. Geri kalan elementlerin suda eriyen bileşiklerini kökleriyle topraktan alırlar. Kayaların ve toprağın içindeki mineraller hava ve suyun etkisiyle yavaş yavaş suda eriyen tuzlara dönüşürler. Fakat üst üste ürün alınan tarlalar, çok harcanan N, P, K ve Ca bileşikleri yönünden fakirleşir (Şekil: 15); örnek olarak bir çiftçinin ürettiği her 1000 kg. buğdaya karşılık tarlasından 15 kg. K_3PO_4 eksilir.

Gübre Çeşitleri:

Gübre nedir? Sürekli ve bol üretim sağlamak için toprakta azalan element eksiği tamamlanmalıdır. Aksi halde bitkiler gelişemez (Şe-



Şekil: 15 — Bazı bitkilerin topraktan aldıkları azot, fosfor, potasyum, kalsiyum miktarı.



Şekil: 15/A — N, Fe, Ca, Mg, P, K elementlerinden herhangi birisi eksik olursa bitki normal gelişemez.

kil: 15/A). **Tarım toprağının eksiğini tamamlayan maddelere gübre adı verilir.**

Gübreler başlıca iki gruba ayrılır: a) Doğal gübreler, b) Yapay gübreler. a) Çürüyen hayvan dışkıları binlerce yıldan beri kullanılan doğal gübredir. Yonca ve benzeri bitkiler, kan ve çeşitli mezbaha artıkları, Karadeniz kıyılarında balıklar, toprağa gömülerek çürütülür. Hayvan kemikleri öğütülür, toz haline getirilir. Bunlar da doğal gübrelerdir. b) İnorganik gübrelere yapay gübre denir. Fakat yapay gübrelerin hepsi sentetik değildir (aşağıya bakınız).

Yapay Gübreler Kaç Çeşittir?

Başlıca dört türlü yapay gübre vardır. Bunlar: 1. Azotlu gübreler, 2. Fosfatlı gübreler, 3. Potaslı gübreler, 4. Karışık gübrelerdir.

1. **Azotlu gübreler:** Amonyum tuzları ve nitratlardır (Kimya, Lise I). Değeri azot yüzdesiyle ölçülür. Şili'de bulunan $NaNO_3$ (Şili güherçilesi), Hindistan'da bulunan KNO_3 (Hint güherçilesi) eskiden beri gübre olarak kullanılır. KNO_3 sentetik olarak da elde edilir. Toprağa K da verdiği için $NaNO_3$ ten daha iyidir. $Ca(NO_3)_2$ (Norveç güherçilesi) Norveç'te HNO_3 ile $CaCO_3$ ten sağlanır. $(NH_4)_2SO_4$ Haber-Bosch yöntemiyle üretilen, veya koklaşma gazında bulunan NH_3 ile H_2SO_4'den elde edilir.

$$2NH_3 + H_2SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4$$

Bazı fabrikalarda H_2SO_4 kullanılmaz. Amonyaklı su+alçı taşı karışımından CO_2 geçirerek daha ucuz üretim sağlarlar.

$$2NH_3 + CO_2 + CaSO_4 + H_2O \longrightarrow CaCO_3 + (NH_4)_2SO_4$$

2. **Fosfatlı gübreler:** Değeri P_2O_5 yüzdesiyle ölçülür. Çoğu Kuzey Afrika ve A.B.D. nde bulunan $Ca_3(PO_4)_2$ **fosforit** filizinden elde edilir. $Ca_3(PO_4)_2$ suda erimez. Bundan suda eriyen süper fosfat,

$$Ca_3(PO_4)_2 + 2H_2SO_4 \longrightarrow Ca(H_2PO_4)_2 + 2CaSO_4$$
«... Süper fosfat ...»

ve P_2O_5 yüzdesi daha büyük süper-süper fosfat gübreleri yapılır.

$$Ca_3(PO_4)_2 + 4H_3PO_4 \longrightarrow 3Ca(H_2PO_4)_2$$
Süper-süper fosfat

Thomas dışığının (X · 5) ince öğütülmesiyle elde edilen Thomas unu nun birleşimi $Ca_3(PO_4)_2$ e yakındır. Yalnız ince olduğu için organik asitlerde erir, bitkiler bunu kolaylıkla alır.

3. **Potaslı gübreler:** Potasyum tuzlarıdır. Hepsi suda erir. Değeri K_2O yüzdesiyle ölçülür. Doğal olarak kaya tuzu yataklarından çıkar. Bu yatakların en ünlüsü **Stassfurt** (Almanya) yataklarıdır. Çıkan başlıca

tuzlar KCl silvin, $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ karnalit, $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$ kainittir. Kainit toprağa az klor verdiği için daha iyidir.

Potasyum tuzları deniz suyundan da elde edilir. Van gölü potasyum tuzları yönünden zengindir.

4. Karışık gübreler: İçinde N, P, K, Ca elementlerinden 2 veya daha çoğu bulunan gübrelerdir. CaNCN kalsiyum siyanamit veya **azotlu kireç** ve KNO_3—$(NH_4)_3PO_4$ karışımı olan **nitro foska** karışık gübrelerdir. Guano gübresinin bileşimi fosforite benzer, içinde fazla olarak nitratlar bulunur.

3 — YURDUMUZDA YAPAY GÜBRE ÜRETİMİ (Okuma parçası):

Yurdumuzda özellikle sebze, meyve, pancar, ayçiçeği, pamuk üretiminde yapay gübreler gittikçe daha çok kullanılmaktadır. Yapay gübre üreten fabrikalardan Karabuk, Yarımca, Akdeniz ve Bandırma gübre fabrikaları yılda toplam olarak 600 bin ton süper fosfat üretebilecek güçtedirler. Bunun yanında önemli miktarda tripl süper fosfat adı da verilen süper-süper fosfat üretebilirler. Kütahya azot fabrikası ise toplam olarak yılda 460 bin ton amonyum sulfat ve amonyum nitrat gübreleri üretebilmektedir.

ÖĞRENDİKLERİMİZİN ÖZÜ

- **Bitkilerde bulunan elementlerin sayısı 20'yi bulur. En önemlileri C, H, O, N, P, S, K, Ca ve Mg dur.**
- **Bitkiler C, H, O den başka bütün elementleri topraktan alır.**
- **Toprakta eksilen elementleri tamamlayan maddelere gübre denir.**
- **Doğal gübreler çürümüş hayvan ve bitki kalıntılarıdır.**
- **Yapay gübreler inorganik bileşiklerdir: 1. Azotlu, 2. Fosfatlı, 3. Potaslı, 4. Karışık gübreler olarak dört çeşittir.**

DÜŞÜNÜNÜZ, ARAŞTIRINIZ, CEVAPLANDIRINIZ :

1. Bitkiler, C, H, N, P elementlerinden hangilerini havadan, sudan veya topraktan alır? Bunların hangilerini gübrelerle vermek zorunludur?
2. Gübre nedir? İki doğal, üç yapay gübre örneği veriniz.
3. Norveç güherçilesi, süper fosfat, kainit, azotlu kireç nedir? Bunlar toprağa hangi elementleri verir
4. Süper fosfat, amonyum sulfat nasıl elde edilir? Denklemlerle gösteriniz.
5. a) KNO_3, $(NH_4)_2SO_4$, NH_4NO_3 azot yüzdeleri yönünden; b) Fosforit, süper fosfat, süper-süper fosfatı P_2O_5 yüzdeleri yönünden karşılaştırınız.

BÖLÜM: III

KARBON

ANA ÇİZGİLER :

- **Karbonun bulunuşu ve allotropları.**
- **CO, elde edilişi, özellikleri.**
- **CO_2, elde edilişi, özellikleri.**
- **H_2CO_3 ve karbonatlar.**
- **CO_2 nin kullanılışı, yangın söndürme.**
- **Karbürler ve karbon sülfür.**

1 — KARBONUN BULUNUŞU VE ÖNEMİ :

Karbon Nerede ve Nasıl Bulunur?

Yeryüzünde elementel karbon, elmas veya grafit şeklinde az miktarda bulunur. Maden kömürleri ile yer gazı ve petrol karbon bileşiklerinin karışımıdır. Canlılar karbon bileşiklerinden yapılmıştır. Örnek olarak vücudumuzun %18'i karbondur. Fakat karbon bileşiklerinin ağırlıkça en büyük kısmı inorganiktir. Havada %0.03 oranında CO_2 vardır. Yerkabuğunda $CaCO_3$, $MgCO_3$ vb. karbonatlar çok yaygındır. Bütün bunlarla birlikte, başka elementlerin yanında, karbonun bulunuş oranı ancak %0,0002'dir

Önemi:

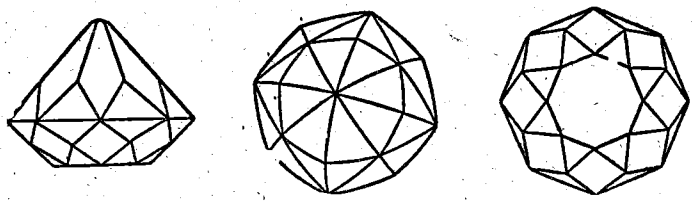
Bizim için karbonun önemi bulunuş oranıyle ölçülemeyecek kadar büyüktür. Okuduğunuz bu satırların mürekkebi is (amorf karbon) ten yapılmıştır. Kâğıt karbon bileşiğidir (selüloz). Canlıların var oluşu, hayat olayları karbonun olağanüstü özelliklerine dayanır. Karbon başka elementlerle birleştiği gibi, çok sayıda karbon atomu, zincirler, halkalar yaparak birbirine bağlanabilir. Bu nedenle karbon bileşiklerinin sayısı 1 milyonu aşmıştır. İçinde karbon bulunmayan bileşiklerin sayısı ise 90.000 kadardır. Karbon bileşiklerinin büyük çoğunluğu organik bileşikler adı altında organik kimyada (Lise III) incelenir. Karbonhidratlar, proteinler, yağlar, giyecekler, ilâçlar, boyalar, plastikler, kauçuk, yakıtlar hep organik bileşiklerdir (Kimya, Lise III, B. I). CO. CO_2, H_2CO_3

ile karbonatlar inorganik bileşiklerdir ve inorganik bileşiklerle ilişkisi olduğundan inorganik kimyada incelenir.

2 — KARBON ALLOTROPLARI:

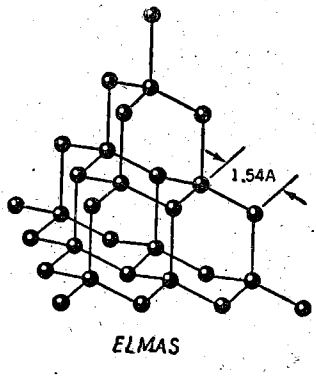
Karbon elmas, grafit, amorf karbon adı verilen üç allotropik şekilde bulunur.

Elmas: Elmas az bulunuşu ve özellikleri sebebiyle çok değerlidir. Güney Afrika, Hindistan ve Brezilya'da çıkar. Yeraltından çıkarıldığı zaman damla sakızı görünüşünde olan elmas parçaları yontulur, çok yü-



Şekil: 16 — Pırlanta, yontulmuş elmas parçalarıdır.

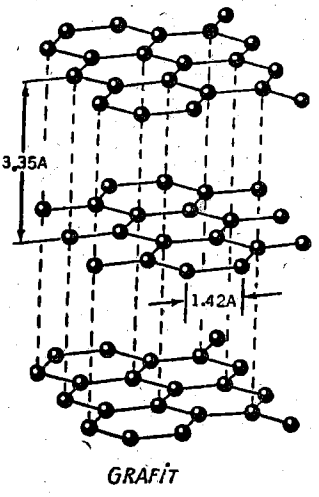
zeyli geometrik şekiller verilir (Şekil: 16). Pırlanta adını alan bu parçalara verilen şekillerin elmasın gerçek kristal yapısıyle ilgisi yoktur. Elmas kristalleri kübik yapıdadır. Kristallerde karbon atomları birbirini izleyen düzgün dörtyüzlüler şeklinde dizilmişlerdir (Şekil: 17). Elmas bilinen maddelerin en sertidir. Bütün katıları çizer. Isıyı, elektriği iletmez, saydamdır. Işığı çok kırar, pırlantanın pırıltılı görünüşü bundan ileri gelir. Elmas kapalı kapta ısıtılırsa grafite dönüşür. Doğal elmasın yüksek sıcaklık ve basınçta grafitten oluştuğu sanılmaktadır. 1956 yılından beri sıvı demir içinde eritilen karbondan, yüksek basınçta küçük yapay elmas kristalleri elde edilmektedir. Elmas pırlanta halinde süs eşyası olarak, küçük elmas kristalleri ve elmas artıkları endüstride cam ve seramik eşyayı kesmede, perdahlamada ve sondaj makinelerindeki matkap uçlarında kullanılır.



Şekil: 17 — Elmas kristalinde karbon atomlarının dizilişi

Grafit: Doğal grafit en çok Seylan'da çıkar. Yapay grafit petrol koku ve zift tozu karışımının elektrik fırınlarında yüksek sıcaklıkta ısıtılmasıyle elde edilir (Acheson grafiti). Hegzagonal grafit kristallerinde karbon atomları, birbirine paralel düzlemler üzerinde, düzgün altıgenler şeklinde dizilmişlerdir (Şekil: 17/A). Aralarındaki bağlar zayıf olduğun-

dan düzlemler birbiri üzerinden kolayca kayar. Bu yüzden grafit çok yumuşaktır, yaprak yaprak ayrılabilir. Eli boyar, yağımsı bir duygu verir. Elmasın tersine olarak elektriği iletir. Grafit tozu, kil karışımı seramik fırınlarında pişirilerek kurşun kalem yapılır. Yağ veya su içinde ince dağılmış kolloidal grafit makine yağı olarak kullanılır. Grafitten potalar, elektrotlar yapılır. Kuru ve yaş löklanşe pillerinde grafit elektrotlar bulunur. Grafit hızlı nötronları yavaşlattığı için nükleer reaktörlerde kullanılır.



Şekil: 17/A — Grafit kristalinde karbon atomlarının dizilişi.

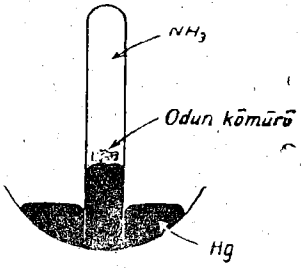
Amorf karbon: Kok, odun kömürü, aktif karbon, kemik kömürü, is amorf karbon türleridir. Son yıllarda X ışınlarıyle yapılan analizler şekilsiz görünüşlü amorf karbonun grafite benzeyen çok küçük mikrokristallerden yapıldığını göstermiştir.

Kok: Taşkömürün kuru kuruya damıtılmasında geriye kalan koyu renkli, gözenekli bir katıdır. Kokun %80-95'i karbon, gerisi küldür. Kok yakıt olarak, filizlerden metal elde edilirken indirgen olarak ve karbit, jeneratör gazı, su gazı, yapay benzin üretiminde kullanılır (Kimya, Lise III).

Odun kömürü: Odunun kuru kuruya damıtılmasında geriye kalan üründür (Lise III). %93-99'u karbon, gerisi küldür, siyah ve gözenekli bir katıdır. Kâğıtta siyah iz bırakır. Gazları adsorblaması en önemli özelliğidir. Adsorblama yüzeyde tutma demektir. Gözeneklere dağılan gaz molekülleri çeperlere yapışarak tutulur.

DENEY : 1 — İnce dövülmüş odun kömürü tozunu bir tüpte kızdırınız. Üzerine cam pamuğu kapatarak soğutunuz. Cam pamuğunu çıkarınız, brom şişesinden biraz brom buharı aktarınız (havadan ağır olan brom buharı tübe dolar); tübün ağzını mantarla sıkıca kapatınız. Yavaş yavaş bromun rengi kaybolur. Odun kömürü bromu adsorblamıştır.

DENEY : 2 — Kuru amonyak gazı doldurulmuş tübü ters çevirerek civa çanağına batırınız. Yeni ısıtılmış birkaç parça odun kömürünü civaya daldırarak tübün içine itiniz. Tüpte civa yavaş yavaş yükselir (Şekil: 18).



Şekil: 18 — Odun kömürü gazları adsorblar.

Odun kömürü bu özelliğiyle gaz maskelerinde adsorblayıcı olarak kullanılır.

Aktif kömür: Hindistancevizi kabuğu,

pancar küspesi ve turptan elde edilir. Şekerin derişik sülfürik asitle kömürleşmesi de aktif kömür verir; elde edilen ürün iyice yıkanır, kurutulur. Aktif kömür odun kömüründen daha iyi adsorblayıcıdır.

Kemik kömürü: Kemiklerin kuru kuruya damıtılmasıyle elde edilir, gri renkli ve gözeneklidir. İçinde %10 ince dağılmış karbon vardır, geri kalan başlıca kalsiyum fosfattır. Eriyiklerde bulunan ince dağılmış, kolloidal renkli maddeleri adsorblar.

DENEY : 3 — Mavi turnusol veya metilen mavisi eriyiğini kemik kömürü tozuyle kaynatınız. Süzünüz, süzülen sıvı renksizdir. Kemik kömürü şeker, glikoz, gliserin, vazelinin rengini gidermekte kullanılır.

İs: Çıra, gazyağı, terementi yağı, benzen, asetilen gibi karbon oranı yüksek olan maddeler yanarken is verirler. Endüstride is, asetilenin ayrışmasıyle elde edilir.

$$\underset{\text{Asetilen}}{C_2H_2} \longrightarrow \underset{\text{İs}}{2C} + H_2$$

DENEY : 4 — Bir porselen kapsülde birkaç damla benzeni tutuşturunuz. Alevin üzerine soğuk bir porselen tabak tutunuz, islenir.

İsten matbaa mürekkebi, çini mürekkebi, siyah ayakkabı boyası yapılır. İs, lastiği daha dayanıklı yapar. Siyah otomobil lastiklerinde %20-30 oranında is vardır.

3 — KARBONUN GENEL ÖZELLİKLERİ :

Karbon allotroplarının genel özellikleri birbirine benzer. Hiç bir eritkende erimezler, ergime ve kaynama sıcaklıkları çok yüksektir. En aktifi amorf karbon, en dayanıklısı elmastır. Amorf karbon çok kolay, elmas çok güç yanar. Yanma ürünü düşük sıcaklıkta CO_2, yüksek sıcaklıkta (1200°C üstünde) CO dir. Karbon. bileşiklerinde —4 ile +4 arasında değerler alır.

Bileşikler:	Al_4C_3	C	CO	CO_2
Değeri:	—4	0	+2	+4

Sulu asitler, bazlar karbona etki etmez. Sıcak derişik HNO_3 ve H_2SO_4 yükseltgen olarak etkir.

$$C + 4HNO_3 \longrightarrow CO_2 + 4NO_2 + 2H_2O$$
$$C + 2H_2SO_4 \longrightarrow CO_2 + 2SO_2 + 2H_2O$$

Su buharıyle birleşerek su gazı yapar.

$$C + H_2O \text{ (buhar)} \xrightarrow{1200°C} \underset{\text{Su gazı}}{CO + H_2}$$

Halojenlerle doğrudan doğruya birleşmez. Yüksek sıcaklıkta S, Si, Ca ile birleşir (karbürlere bakınız).

Karbonun en önemli özelliği indirgen oluşudur. Metal oksitlerinden metalleri açığa çıkarır.

$$2PbO + C \longrightarrow 2Pb + CO_2$$
$$2CuO + C \longrightarrow 2Cu + CO_2$$

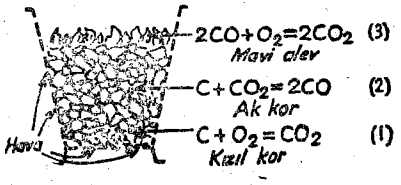
DENEY : 5 — a) Bir odun kömürü parçasını çakıyle oyunuz. Çıkan kömür tozuyle karıştırdığınız sarı kurşun oksidi çukura yerleştiriniz, bir damla suyla ıslatınız. Işıklı bunzen alevini bir boruyla çukura üfleyiniz, parlak kurşun damlacıkları görülür.

b) Deneyi CuO ile tekrarlayınız.

KARBON MONOKSİT

1 — KARBON MONOKSİDİN MEYDANA GELİŞİ VE ELDE EDİLMESİ :

Akkora (1200°C den fazla) kadar ısınmış karbon CO_2 değil, CO verir. Bu sıcaklıkta CO_2 de karbonla CO e indirgenir. CO daha düşük sıcaklıkta mavi alevle yanarak CO_2 ye dönüşür (Şekil: 19). Yeter hava almayan soba ve mangallarda CO nun bir kısmı yanmadan kaçar. Eğer soba iyi çekmezse zehirli CO gazı odaya dolar.



Şekil: 19 — Yanan kömürün CO_2 veya CO vermesi sıcaklığa bağlıdır.

Endüstride CO, kokun akkorda yanmasıyle elde edilir. Yanma olayında havanın azotu değişmez. Bu sebeple oluşan CO azotla karışıktır. Karışıma jeneratör gazı denir.

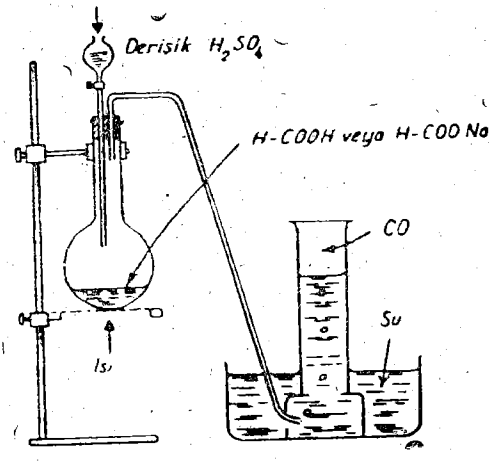
$$2C+O_2+4N_2 \longrightarrow 2CO+4N_2$$

Hava Jeneratör gazı

Laboratuvarda CO, formik asidin (HCOOH) derişik sülfürik asitle ısıtılmasından elde edilir. Derişik sülfürik asit su çekici olarak etkir.

$$H \cdot COOH \xrightarrow{H_2SO_4} CO+H_2O$$

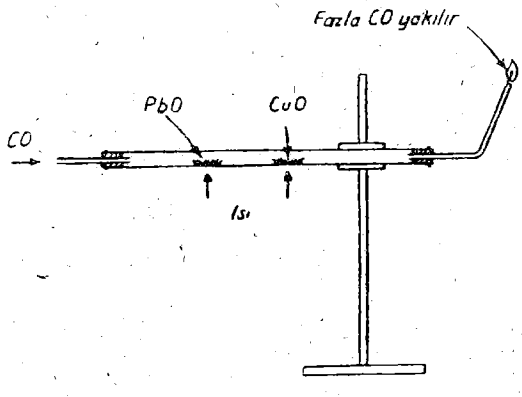
DENEY : 6 — a) (Deneyi kapalı ocakta veya açık pencere önünde yapınız). Dibi yuvarlak bir balona 7 cm³ formik asit veya 10 gr. sodyum formiyat (HCOONa) koyunuz. Şekil: 20 deki düzeneği kurarak damlatma hunisinden 25 cm³ derişik sülfürik asit akıtınız. Hafifçe ısıtınız. Çıkan CO'i su dolu tüplerin altından göndererek toplayınız ve yakınız. Mavi bir alevle yanar. Yanma bitince tübü kireç suyuyle çalkalayınız, bulanır. (Niçin?).



Şekil: 20 — Laboratuvarda CO elde edilmesi.

b) Yarı yarıya CO - hava dolu tübe kibrit alevi yaklaştırınız, havlayarak yanar (knal gaz!).

c) Knal gaz deneyi yaptıktan sonra CO i (Şekil: 21) deki düzenekten geçirerek yakınız. PbO ve CuO i alttan ısıtınız. Pb ve Cu metalleri açığa çıkar.



Şekil: 21 — Karbon monoksit indirgendir.

5 — KARBON MONOKSİDİN GENEL ÖZELLİKLERİ :

Fiziksel Özellikleri:

Karbon monoksit renksiz, kokusuz (koklamayınız), havadan hafif bir gazdır (k.n. —192°C). Suda çok az erir.

Fizyolojik Özelliği:

Karbon monoksit zehirli bir gazdır. Alyuvarlardaki hemoglobinle, oksijenden 250 kat daha kolay birleşir, pembe renkli **karboksi hemoglobin** yapar. Güç ayrışan bu bileşik oksijenin hemoglobinle birleşmesini önler.

Kan hücrelere oksijen taşıyamadığı için solunum yapamayan hücreler ölür. En çok etkilenen hücreler sinir hücreleridir. Karbon monoksit zehirlenmesinde şiddetli baş ağrısı duyulur. Havada 1/200 oranında bulunursa iki dakikada, 1/500 oranında bulunursa bir saatta öldürür. Karbon monoksit zehirlenmelerini önlemek için havagazı muslukları açık bırakılmamalı (havagazında 1/10 oranında CO vardır), sobaların iyi çekmesi sağlanmalı, banyolarda mangal ve gaz ocağı yakılmamalı, kapalı garajlarda otomobil çalıştırmamalıdır.

Karbon monoksit zehirlenmesinde hasta açık havaya çıkarılmalı, yapay solunum yaptırılmalı ve hemen doktor çağırmalıdır.

Kimyasal Özellikleri:

Yanmakta olan kibrit CO içinde söner, fakat CO i tutuşturur; CO mavi alevle yanar.

$$2CO+O_2 \longrightarrow CO_2$$

CO, güneş ışığında klorla, basınç altında ergimiş NaOH ile birleşir.

$$CO+Cl_2 \longrightarrow COCl_2 \text{ Fosgen}$$
$$CO+NaOH \longrightarrow H\cdot COONa$$
Sodyum formiyat

CO in en önemli kimyasal özelliği indirgen oluşudur. Isıtılmış metal oksitleri indirgeyerek metalleri açığa çıkarır. Endüstride metal oksitleri indirgeyen karbondan fazla CO dir. Uygun sıcaklıkta su buharını hidrojene indirger.

$$Fe_2O_3+3CO \longrightarrow 2Fe+3CO_2$$
$$CuO+CO \longrightarrow Cu+CO_2$$
$$H_2O+CO \xrightarrow[500°C]{\text{Kat}} H_2+CO_2$$

Havaya az oranda karışmış bulunan CO, I_2O_5 iyot pentoksitle tanınır.

$$I_2O_5+5CO \longrightarrow I_2+5CO_2$$
Renksiz Mor

KARBON DİOKSİT

6 — KARBON DİOKSİDİN BULUNUŞU:

Havadaki CO_2 Kaynağı Nedir?

Havada %0,03 oranındaki CO_2 in kaynağı ilkel atmosferdir. Sıvı yerküresi soğuyarak yerkabuğu katılaşırken, ilkel atmosferde başlıca N_2,

CO_2 ve su buharının bulunduğu sanılmaktadır. Oksijenin bütünü CO_2, H_2O, SiO_2 ve metal oksitlerini yaptığı için havada O_2 yoktu. Soğuma ilerleyince su buharı yoğunlaşarak hidrosferi yapmıştır. CO_2 ile birlikte su kayalara etki ederek ilk karbonatlar meydana gelmiş ve böylece havadaki CO_2 azalmaya başlamıştır. Sularda hayat başlayınca bazı canlılar suda erimiş CO_2 i alarak $CaCO_3$ yapmışlardır. Bunların $CaCO_3$ tan yapılmış kabukları denizlerin dibine çökerek kalker. tebeşir vb. tortul kayaları meydana getirmiştir. Dev eğreltiler vb. bitkilerin yaşadığı karbon devrinde fotosentezle havadaki CO_2 oranı hızla azalmaya ve O_2 oranı yükselmeye devam etmiştir. Karbon devrinin sonunda havadaki CO_2 yüzdesinin çağımızdakine çok yakın olduğu sanılmaktadır.

CO_2 Başka Nerelerde Bulunur?

CO_2 havadan başka volkanlardan fışkıran gazlarda, yeraltı ve yerüstü sularında, özellikle volkanik bölgelerde fışkıran sularda (maden suları) bulunur. Havadan ağır olduğundan derin maden ve su kuyularında, mağaraların taban kısımlarında toplanır. Buralara girmeden önce, yanan bir mum sarkıtılarak kontrol yapılır. CO_2 in en büyük kısmı yerkabuğunda $CaCO_3$, $MgCO_3$ vb. karbonat bileşiklerini yapmıştır.

7 — ELDE EDİLİŞİ :

Endüstride CO_2 büyük ölçüde $CaCO_3$ tan elde edilir. Asıl amacı kireç yapmak olan kireç fırınlarında CO_2 yan ürün olarak çıkar.

$$CaCO_3 \xrightarrow{\text{ISI}} CaO + CO_2$$

Bira ve ispirto fabrikalarında glikozun mayalanması bol miktarda CO_2 verir.

$$\underset{\text{Glikoz}}{C_6H_{12}O_6} \xrightarrow{\text{maya}} \underset{\text{Etilalkol}}{2C_2H_5OH} + 2CO_2$$

Laboratuvarda CO_2 hemen hemen saf $CaCO_3$ olan mermer parçaları (veya başka karbonatlar) üzerine seyreltik asit dökülerek elde edilir.

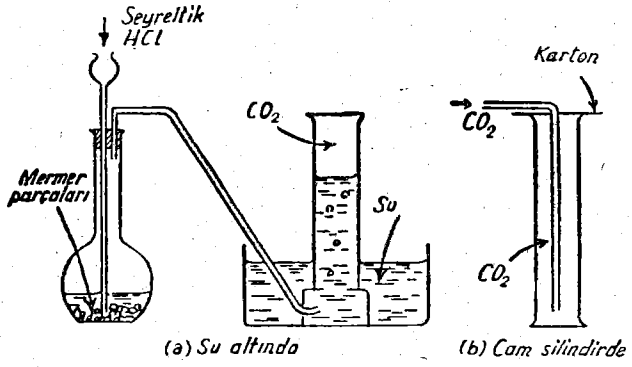
$$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$$

DENEY : 7 — a) Bir balona koyduğunuz mermer parçaları üzerine seyreltik HCl dökünüz, çıkan CO_2 i su altında veya havadan ağır olduğu için doğrudan doğruya cam silindirde toplayınız (Şekil: 22). Toplanan CO_2 yi Deney: 8'de kullanınız.

b) CO_2 i sudan geçiriniz, suya attığınız mavi turnusol kırmızıya döner.

c) CO_2 i kireç suyundan geçiriniz, beyaz $CaCO_3$ çökeleği ayrılarak su bulanır (aşağıya bakınız).

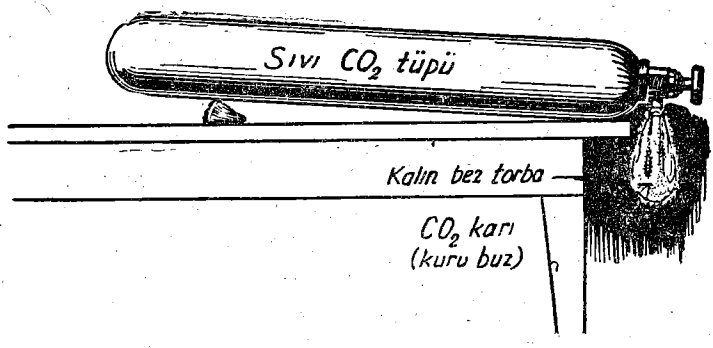
8 — CO_2 İN GENEL ÖZELLİKLERİ:



Şekil: 22 — Laboratuvarda CO_2 elde edilmesi.

Fiziksel Özellikleri:

CO_2 renksiz, tadı hafif ekşimsi, havadan daha ağır bir gazdır. E.n. —57°C, k.n. —79° olduğu için katı CO_2 ergimeden kaynar. Gaz hale geçer, bu yüzden **kuru buz** adını alır. CO_2 15°C de 52 atmosfer basınç altında sıvılaştırılarak bombalarda saklanır. Sıvı CO_2 ince bir emzikten kalın bir bez torbaya püskürtülünce sıcaklık —57°C den aşağı düşer ve CO_2 karı (kuru buz) meydana gelir (Şekil: 23). 15°C de 1 atmosfer basınç altında 1 litre suda 1 litre CO_2 erir. Basınç yükselirse CO_2 nin erirliği artar. Gazoz vb. içkilerde basınçla fazla CO_2 eritilmiştir. Gazoz şişesinin kapağı açılınca ne olur? Niçin?



Şekil: 23 — Çelik tüpten torbaya fışkıran CO_2 «kuru buz»a dönüşür.

Fizyolojik Özellikleri:

CO_2 zehirli bir gaz değildir. Fakat solunuma da yaramaz. Nefes verdiğimiz zaman akciğerlerden çıkan gazda %3-4 oranında CO_2 vardır. Havada %3'ten fazla CO_2 bulunursa kanda erimiş CO_2 dışarı atılamaz, hücreler solunum yapamayacağı için kandaki fazla CO_2 içinde boğuluruz.

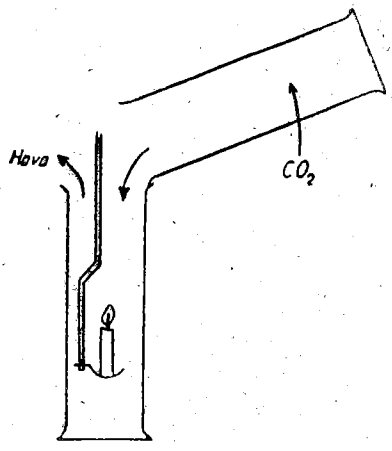
Kimyasal Özellikleri:

CO_2 oldukça sağlam bir bileşiktir. Kolay bozunmaz, ne yakıcı ne de yanıcıdır. Ancak Na, K, Mg gibi çok aktif metaller CO_2 içinde yanarak CO_2 i indirger.

$$2Na + 2CO_2 \longrightarrow Na_2CO_3 + CO$$
$$2Mg + CO_2 \longrightarrow 2MgO + C$$

DENEY : 8 — a) Bir cam silindire, yanmakta olan bir mum indiriniz. Bir başka silindire doldurduğunuz CO_2 i aktarınız, mum söner (Şekil: 24).

b) CO_2 doldurduğunuz cam silindire, tutuşturduğunuz Mg şeridini daldırınız. Yanma devam eder, MgO ile beraber siyah C ayrılır.



Şekil: 24 — CO_2 havadan ağırdır ve yakıcı değildir.

CO_2 bir asit oksittir. Suyla az oranda birleşerek H_2CO_3 i, hidroksitler ve bazik oksitlerle karbonatları verir. Açıkta bırakılan CaO (sönmemiş kireç) havadan CO_2 alarak $CaCO_3$ a dönüşür.

$$CaO + CO_2 \longrightarrow CaCO_3$$

$Ca(OH)_2$, NaOH, KOH vb. gibi kuvvetli bazlar CO_2 ile birleşirler.

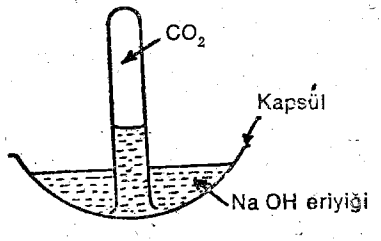
$$Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3 + H_2O$$
$$NaOH + CO_2 \longrightarrow NaHCO_3$$

Sodyum bikarbonat

$$NaHCO_3 + NaOH \longrightarrow Na_2CO_3 + H_2O$$

veya,

$$2NaOH + CO_2 \longrightarrow Na_2CO_3 + H_2O$$



Şekil: 24/A — NaOH eriyiği CO_2 i absorbe eder.

DENEY : 9 — Derişik NaOH veya KOH eriyiği üzerine CO_2 dolu bir tübü ters çevirerek kapatınız. Eriyik tüpte yavaş yavaş yükselir (Şekil: 24/A).

CO ile CO_2 özelliklerinin karşılaştırılması: 5 ve 8'inci maddeleri okuyunuz. CO ile CO_2 in benzemeyen özelliklerini aşağıdaki cetvelle karşılaştırınız:

Gazlar	Özellikleri					
CO	Havadan hafif	Suda çok az erir	Zehirli	Yanar	İndirgen	Nötür oksit
CO_2	Havadan Ağır	Suda oldukça erir	Zehirsiz, boğucu	Yanmaz	İndirgen değil	Asit oksit

9 — KARBONİK ASİT VE KARBONATLAR:

Karbonik Asit H_2CO_3:

Suda eridiği zaman CO_2 moleküllerinin pek azı suyla birleşerek H_2CO_3 verir. Zayıf asit olan H_2CO_3 pek az iyonlaşır (Deney: 7/b). Olaylar bir dengeyle sonuçlanır:

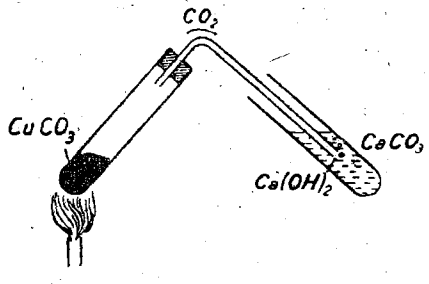
$$CO_2+H_2O \rightleftarrows H_2CO_3 \rightleftarrows H^+ + HCO_3^- \rightleftarrows 2H^+ + CO_3^{-2}$$

Denge sol tarafa doğru yönelmiştir. Karbonatlara asit etki edince CO_3^{-2} lerin büyük çoğunluğu H^+ lerle birleşir; önce H_2CO_3, sonra ayrışarak CO_2 olur, fazlası sudan dışarı çıkar. H_2CO_3 iki değerli ve zayıf bir asittir. İki cins tuz yapar: $NaHCO_3$ sodyum bikarbonat, $Ca(HCO_3)_2$ kalsiyum bikarbonat vb. gibi asit tuz, Na_2CO_3 sodyum karbonat vb. gibi nötür tuzlar. Alkali karbonatlarla $BaCO_3$'tan başka bütün karbonatlar ve bikarbonatlar ısıtılınca CO_2 vererek bozunur.

$$2NaHCO_3 \longrightarrow Na_2CO_3+H_2O+CO_2$$
$$(NH_4)_2CO_3 \longrightarrow 2NH_3+H_2O+CO_2$$
$$CuCO_3 \longrightarrow CuO+CO_2$$
Mavi — Siyah

DENEY: 10 — a) Açık mavi renkli $CuCO_3$'ı çıkış borusu takılmış bir tüpte ısıtınız. Çıkış borusunu kireç suyuna daldırınız. Kireç suyu bulanır, tüpte siyah CuO kalır (Şekil: 25).

b) Deneyi $NaHCO_3$ ile tekrarlayınız.



Şekil: 25 — $CuCO_3$ ısıtılınca ayrışır.

Bazı Karbonatlar ve Özellikleri:

$NaHCO_3$'a yemek sodası denir. Mide ekşimelerine iyi gelir. NH_4HCO_3 pastaları kabartır (pasta tozu). $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ çamaşır sodası adını alır. $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$ bazik kurşun karbonata üstübeç denir; beyaz boya olarak kullanılır. Tabiatta çok bulunan kalker ve mermer $CaCO_3$, dolomit $CaCO_3 \cdot MgCO_3$'tır. +2 değerli metallerin karbonatları suda erimez. Alkali metallerin karbonatları ve $(NH_4)_2CO_3$ suda erir.

10 — TABİATTA CO_2'İN SÜREKLİ DOLAŞIMI:

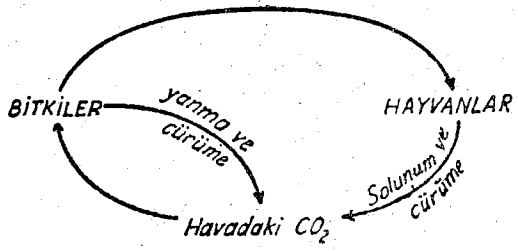
Bitkiler CO_2'alarak fotosentezle önce karbonhidratları (glikoz, selüloz, nişasta, şeker), sonra proteinleri ve yağları yapar. Fotosentez olayı:

$$6CO_2+6H_2O+En. \xrightarrow{\text{Klorofil}} C_6H_{12}O_6+6O_2$$

denklemiyle gösterilebilir. Fakat araştırmalar salıverilen oksijenin CO_2 ile birleşen su moleküllerinden geldiğini göstermektedir. Bu oksijenler üzerine yıldız (*) işareti konarak belirtilir ve buna göre denklem yeniden yazılıp denkleştirilirse şöyle olur:

$$6CO_2 + 12H_2O^* + En. \xrightarrow{\text{Klorofil}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2^* + 6H_2O$$

Bitkilerle beslenen hayvanlarda bu maddeler hayvansal karbonhidratlar, proteinler ve yağlara dönüşür. Hayvanlar bu besinleri hücrelerde yakar. Solunumla havaya CO_2 olarak verir. Çürüyen hayvan kalıntıları, yanan ve çürüyen bitkiler de havaya CO_2 verir. Böylece CO_2 in **hava-bitkiler-hayvanlar-hava** dolaşımı tamamlanır ve havadaki oranı değişmez (Şekil: 26).



Şekil: 26 — Karbon dioksidin sürekli devri.

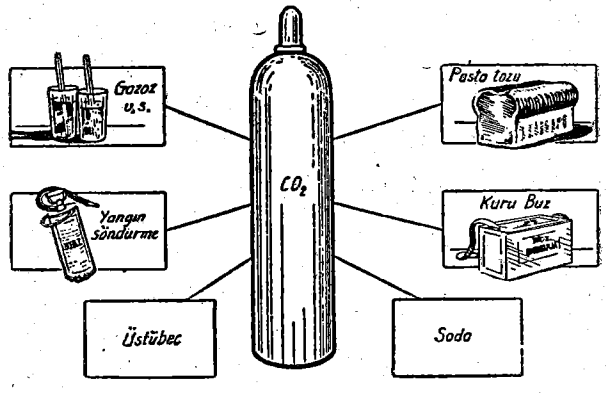
11 — CO_2 NERELERDE KULLANILIR? (Şekil: 27):

1. CO_2 basınç altında şekerli ve meyveli sularda eritilerek gazoz vb. gibi içkiler yapılır.

2. Sıvı CO_2 den yapılan kuru buz soğutucu olarak kullanılır.

3. CO_2 den Na_2CO_3 soda, NH_4HCO_3 pasta tozu, $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$ üstübeç yapılır, şeker endüstrisinde kullanılır (Kimya, Lise III).

4. Havadan ağır olan ve yanmayan CO_2 yangın söndürücüdür



Şekil: 27 —Karbon dioksidin kullanılışı.

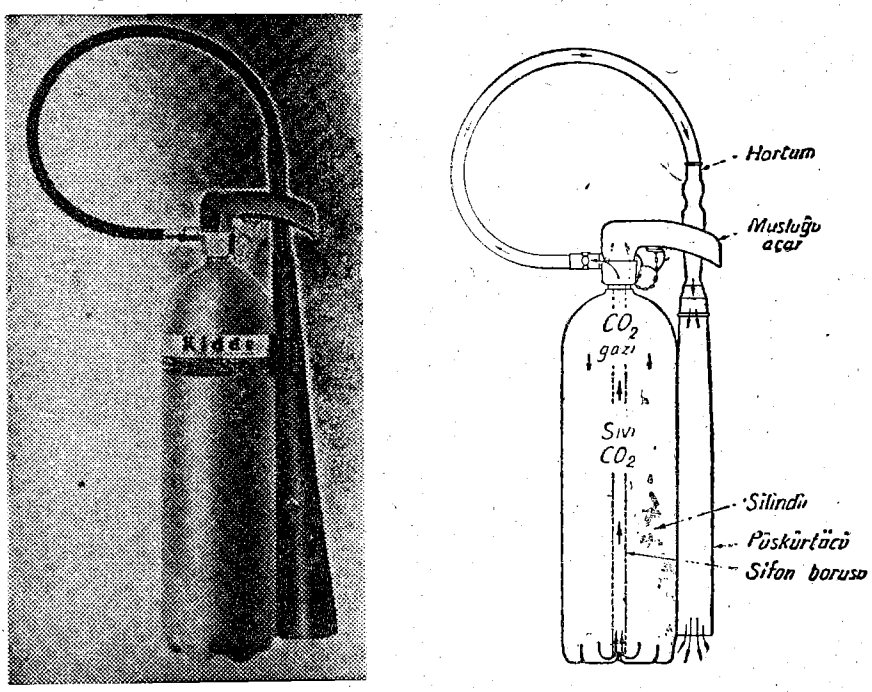
CO_2 ile Yangın Nasıl Söndürülür?

Lise I'de öğrendiğimiz gibi, yangını söndürmek için, a) Yanıcı maddeyle havanın ilgisini kesmek, b) Yanıcı maddenin sıcaklığını tutuşma sıcaklığının altına düşürmek gerekir. CO_2 havadan ağırdır. Yanıcı ve yakıcı değildir. Yanan eşyanın üstünü kaplar, havayla ilgisini keserek yangını söndürür.

CO_2 kullanarak yapılan yangın söndürme aygıtları üç türlüdür:

1. Kuru yangın söndürme aygıtı, 2. Asitli yangın söndürme aygıtı, 3. Köpüklü yangın söndürme aygıtı.

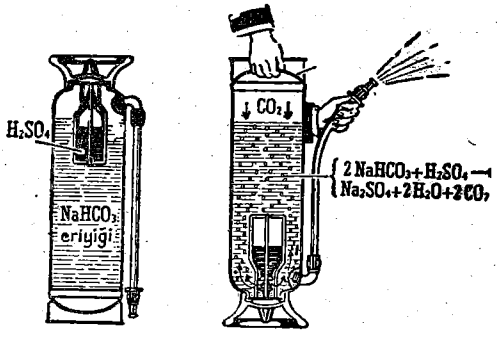
1. **Kuru yangın söndürme aygıtı:** İçinde sıvı CO_2 bulunan bir çelik silindir (bomba), musluk ve hortumdan yapılmıştır (Şekil: 28). Musluk



Şekil: 28 — **Kuru yangın söndürme aygıtı: a) Dış görünüş, b) Kesiti.**

açılınca CO_2 karı yanan maddenin üstüne fışkırır, sıcaklığı düşürür, CO_2 buharı yanan maddeyi örter.

2. **Asitli yangın söndürme aygıtı:** (Şekil: 28/A) da gösterilmiştir. Çelik kap $NaHCO_3$ eriyiğiyle, küçük şişe H_2SO_4 ile doldurulur. Düzenek ters çevrilince asit dökülür. $NaHCO_3$ eriyiğine etki eder. Hortumdan CO_2 köpüğüyle karışık su fışkırır (niçin?). Bu karışım hem sıcaklığı düşürür, hem de yanan eşyanın üstünü örter.



Şekil: 28/A — Asitli yangın söndürme aygıtı.

3. **Köpüklü yangın söndürme aygıtı:** Kalıcı ve kalın köpük yapar. Yapısı asitli aygıtlara benzer, yalnız kalıcı köpük vermesi için $NaHCO_3$ eriyiğine saponin maddeleri veya deterjan eklenir. Şişeye asit yerine derişik $Al_2(SO_4)_3$ eriyiği konur. Bu eriyik dökülünce $Al(OH)_3$ peltesi çöker ve CO_2 çıkar. Yanan madde üzerine yapışkan kalın ve kalıcı bir köpük fışkırır.

$$Al_2(SO_4)_3 + 6NaHCO_3 \longrightarrow 2Al(OH)_3 + 6CO_2 + 3Na_2SO_4$$

Bununla akaryakıt yangınları söndürülür.

KARBÜRLER VE KARBON SÜLFÜR

12 — KARBÜRLER:

CaC_2 kalsiyum karbür, Al_4C_3 alüminyum karbür, Fe_3C demir karbür, SiC silisyum karbür, B_4C bor karbür birer karbür örneğidir. Karbürler karbonun metallerle, ametallerden silisyum ve bor elementleri ile yaptığı ikili bileşiklerdir.

Kalsiyum karbür CaC_2: Kok tozuyle CaO karışımının elektrik fırınında 2000°C de ergitilmesiyle elde edilir.

$$CaO + 3C + En. \longrightarrow CaC_2 + CO$$

CaC_2 gri renkli, sert ve kırılgan bir maddedir. Halk arasında karpit adıyle bilinir. 1000-1100°C de azot atmosferinde CaNCN e dönüşür.

$$CaC_2 + N_2 \longrightarrow \underset{\substack{\text{Kalsiyum siyanamit} \\ \text{(Azotlu kireç)}}}{CaNCN} + C$$

CaC_2 suya şiddetle etkir, C_2H_2 asetilen gazını verir. CaNCN sıcak su buharıyle NH_3 verir.

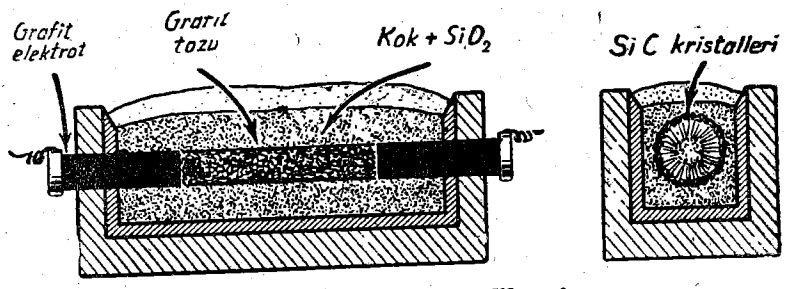
$$CaC_2 + 2H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + \underset{\text{(Asetilen)}}{C_2H_2}$$

$$CaNCN + 3H_2O \longrightarrow 2NH_3 + CaCO_3$$

CaC_2 asetilen elde edilmesinde, azotlu kireç (gübre) yapımında kullanılır.

Silisyum karbür (karborundum) SiC: Kum ve kok tozu karışımının elektrik fırınlarında 2000°C de ısıtılmasıyle elde edilir (Şekil: 29).

$$SiO_2 + 3C + En. \longrightarrow SiC + 2CO$$



Şekil: 29 — SiC elde edilmesi.

SiC siyah, elmas kadar sert, güç ergiyen bir maddedir. **Karborundum** adıyle tanınır. Bileği taşı, perdah taşı olarak kullanılır. HNO_3, HF gibi asitler bile SiC e etkimez.

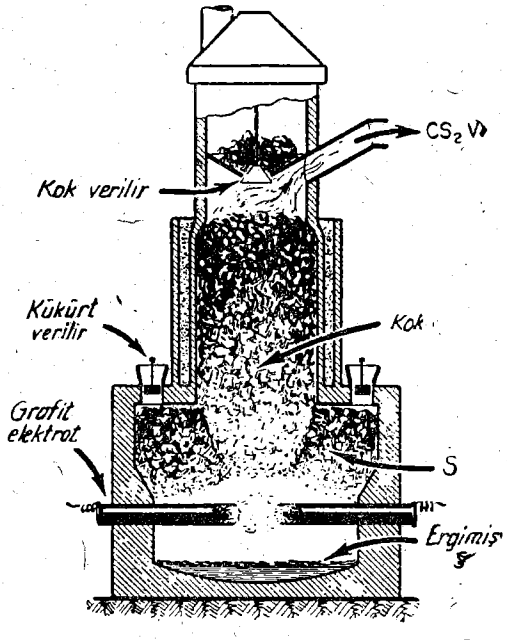
Karbon sülfür CS_2: Kokla kükürdün elektrik fırınlarında ısıtılmasıyle elde edilir. Yüksek sıcaklıkta kükürt buharı karbonla birleşir (Şekil: 30).

$$C + 2S + En. \longrightarrow CS_2$$

CS_2 renksiz, akıcı, uçucu, aromatik kokulu, zehirli bir sıvıdır (k.n. 46°C). Laboratuvardaki CS_2 ün kötü (ekşimiş lahana turşusu) kokusu, bunun zamanla bozulmasıyle ortaya çıkan maddelerden ileri gelir. Organik maddeleri, özellikle yağları, reçineleri, kauçuğu eritir. İnorganik maddelerden fosfor, kükürt, brom ve iyot da karbon sülfürde erirler. Çok kolay tutuşur. Bu bakımdan tehlikelidir. Buharı havayla patlayıcı karışım yapar.

$$CS_2 + 3O_2 \longrightarrow CO_2 + 2SO_2$$

Eritken, böcek öldürücü olarak kullanılır. CS_2 yardımıyle viskos ipeği yapılır (Kimya, Lise III).



Şekil: 30 — Kükürtle karbondan karbon sülfür elde edilmesi.

ÖĞRENDİKLERİMİZİN ÖZÜ

- **Tabiatta element halde karbon pek azdır. Daha çok bileşikleri bulunur. Bunlar CO_2, karbonatlar, maden kömürleri, petrol ve canlıların yapısında bulunan organik bileşiklerdir.**

- **Elementel karbonun elmas, grafit ve amorf karbon olmak üzere üç allotropu vardır.**
- **Elmas kristallerinde karbon atomları düzgün dörtyüzlüler şeklinde dizilmiştir. Elmas sert, saydam ve ışığı çok kıran bir maddedir.**
- **Grafitte karbon atomları, paralel düzlemler üzerinde düzgün altıgenler şeklinde dizilmiştir. Grafit yumuşaktır, elektriği iletir.**
- **Amorf karbon grafite benzeyen çok küçük kristallerden yapılmıştır. Odun kömürü, aktif kömür, kemik kömürü türlerinin adsorblayıcı özelliği vardır.**
- **CO laboratuvarda formik asitten derişik H_2SO_4 ile su çekilerek elde edilir. Zehirli, yanıcı, indirgen bir maddedir.**
- **CO_2 laboratuvarda karbonatların sulu asitlerle birleşmesinden, endüstride karbonatların ısıtılmasıyle elde edilir. Havadan ağırdır, yanmaz, indirgen değildir. Asit anhidrididir.**
- **CO_2 alkolsüz içkilerde, kuru buz, soda, üstübeç yapılmasında; yangın söndürmede kullanılır.**
- **CaC_2 kokla CaO den, SiC kokla SiO_2 den, CS_2 kokla kükürtten elektrik fırınlarında elde edilir.**
- **CaC_2 den CaNCN, C_2H_2 elde edilir. Çok sert olan SiC den bileği taşı yapılır. CS_2 eritken olarak ve viskos ipeği yapılmasında kullanılır.**

DÜŞÜNÜNÜZ, ARAŞTIRINIZ, CEVAPLANDIRINIZ :

1. Elmas ve grafitin yapısını ve özelliklerini karşılaştırınız.
2. Amorf karbon nedir? Hangi türleri vardır? İs, kemik kömürü, aktif kömür nerelerde kullanılır
3. Kızgın karbon üzerinden, a) CO_2, b) Su buharı geçirilirse ne olur? Denklemlerle gösteriniz.
4. Formik asit derişik H_2SO_4 ile ısıtılırsa ne olur? H_2SO_4 ne iş görür? Denklemlerle gösteriniz.
5. C, CO, CO_2 maddelerinden hangileri indirgendir? Birer örnek veriniz
6. CO in Cl_2, ergimiş NaOH, PbO, I_2O_5 ile verdiği reaksiyonların denklemlerini yazınız.
7. CO_2 endüstri ve laboratuvarda nasıl elde edilir? Birer örnek veriniz
8. Aşağıdaki denklemleri tamamlayıp denkleştiriniz:

$C + HNO_3$ (derişik) $\longrightarrow$

$CO + H_2O \xrightarrow{\text{kat}}$

$CO_2 + Na \longrightarrow$

$NaHCO_3 \xrightarrow{\text{ISI}}$

$CaC_2 + N_2 \xrightarrow{\text{ISI}}$

$CO + CuO \longrightarrow$

$CO_2 + H_2O \longrightarrow$

$CO_2 + NaOH \longrightarrow$

$CaC_2 + H_2O \longrightarrow$

$CS_2 + O_2 \longrightarrow$

9. CO_2 in CaO, $Ca(OH)_2$, NaOH, H_2O ile birleşmesi hangi ürünleri verir? Denklemlerle gösteriniz.
10. 20 cm^3 CO ile 60 cm^3 hava (1/5'i O_2 olarak alınacak) karışımı patladıktan sonra gazlar ilk sıcaklık ve basınca getiriliyor. a) Reaksiyon sonunda toplam hacim nedir?, b) Ürün derişik NaOH eriyiğinden geçirilirse geri kalan gazın hacmi ne olur?, c) Geri kalan gazdaki O_2/N_2 hacimsel oranı ne olur? (Cevap: 70 cm^3, 50 cm^3, 1/24).
11. 50 cm^3 $CO+O_2$ karışımı patladıktan sonra derişik NaOH eriyiği içinden geçirilirse geriye 5 cm^3 gaz kalıyor. Bu gaza sokulan kıvılcımlı çöp parlak alevle yanıyor. Patlayıcı karışımdaki CO ve O_2 miktarlarını bulunuz. (Cevap: 30 cm^3 CO, 20 cm^3 O_2).
12. 42 gr. $NaHCO_3$ ın, a) Kuru kuruya ısıtılmasıyle, b) HCl ile birleşmesiyle verdiği CO_2 N.Ş. da kaç litre olur? (Cevap: 5.6 lit., 11,2 lit.).
13. 3 gr. saf karbonun yanmasından N.Ş. da kaç litre CO_2 ele geçer. Bu CO_2 ile, a) Ne kadar %1'lik CO_2 eriyiği, b) $NaHCO_3$ yapılabilir? (Cevap: 5,6 lit. CO_2, 1,1 kg. eriyik, 21 gr. $NaHCO_3$).
14. İçindeki karbon oranı %96 olan 1 ton maden kömürünün yakılmasıyle elde edilen CO_2 N.Ş. da kaç m^3 yapar? Aynı miktar CO_2 kaç ton mermerden sağlanabilir (Cevap: 1792 m^3 CO_2, 8 ton mermer).
15. Bir miktar CS_2 in yakılmasıyle çıkan gazın N.Ş. daki hacmi 336 m^3 oluyor. Bu gazın ne kadarı CO_2, ne kadarı SO_2 dir? Yakılan CS_2 miktarı nedir? (Cevap: 112 m^3 CO_2, 224 m^3 SO_2, 380 kg. CS_2).

BÖLÜM: IV

SİLİSYUM DİOKSİT VE CAM

ANA ÇİZGİLER :

- **Silisyuma genel bakış.**
- **SiO_2, bulunuşu, özellikleri.**
- **Silikat asitleri ve silikatlar.**
- **Cam, çeşitleri, özellikleri, elde edilmesi.**

1 — SİLİSYUMA GENEL BAKIŞ :

Silisyum yerkabuğunun %26'sını yapar. Oksijenden sonra en bol olan elementtir. SiO_2 ve çeşitli silikatlar halinde bulunur, serbest halde bulunmaz.

Silisyum SiO_2 in C veya Mg ile indirgenmesinden elde edilir. (**SiO_2** bakınız). Silisyum gri renkli, yarı iletken bir maddedir. Sulu asitlerden etkilenmez, havada yanarak SiO_2, F_2 ve Cl_2 ile birleşerek SiF_4 (silisyum tetra fluorür), $SiCl_4$ (silisyum tetra klorür) bileşiklerini yapar. Akımı bir yönde geçiren silisyumdan doğrultmaç ve güneş pilleri yapılır. Güneş pilleri ışık enerjisini elektrik enerjisine çevirir. Silisyumdan yapılan demir-silisyum alaşımları nitrik aside dayanıklıdır. İçinde %3-4 Si bulunan demir, transformatörlerde kullanılır. Bakır-silisyum alaşımı olan silisyum tuncundan telgraf ve telefon telleri yapılır.

2 — SİLİSYUM DİOKSİT (SİLİS) SiO_2:

Bulunuşu:

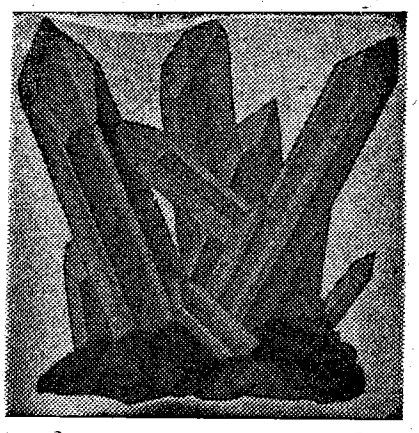
Yerkabuğunun %60'ı SiO_2 ve SiO_2 in metal oksitlerle bileşiği olan silikatlardır. Kayaların ve toprağın büyük çoğunluğu SiO_2 ve silikat minerallerinden yapılmıştır. SiO_2 saman, saz, kamış ve kuş tüyünün yapısına girerek bunların sert olmasını sağlar. Bazı önemli SiO_2 mineralleri aşağıda kısaca açıklanmıştır:

Kuvars: Saydam hegzagonal kristal yapılı, hemen hemen saf **SiO_2** dir, granitin yapısında bulunur. **Necef taşı** (dağ kristali) iri kuvars kristalleridir (Şekil: 31). İçinde az miktarda renk verici metal oksit bulu-

nan renkli kuvars türleri değerli taşlardır. Bunlardan **ametistin** (mor necef) rengi MnO, **safirin** açık mavi rengi titan oksitten ileri gelir. Sarı renkli **sitrin**, gül renkli **gül kuvarsında** başka metal oksitler vardır.

Beyaz kum: Hava ve suyun etkisiyle ufalanmış, kuvars parçalarıdır. Çok rastlanan sarı renkli adi kumda Fe_2O_3 vardır.

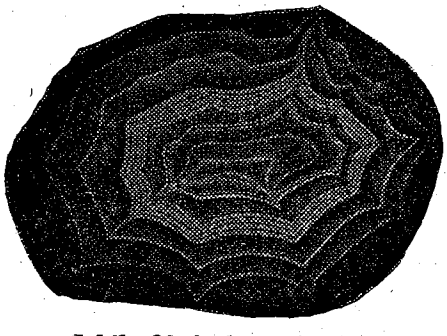
Kum taşı: Basınç altında Fe_2O_3 ve kille birbirine yapışmış kum tanecikleri̇nden yapılmıştır.



Şekil: 31 — Kuvars (necef taşı) kristalleri.

Amorf SiO_2 türleri:

Opal, $SiO_2 \cdot XH_2O$ bileşimindedir. İçinde metal oksit bulunan renkli opalden süs eşyası yapılır. **Agat** (akik) yapısında metal oksitleriyle renklenmiş yuvarlak katmanlar vardır (Şekil: 31/A). Değerli bir mineraldir.



Şekil: 31/A Agat (akik).

Kieselguhr, diatome kalıntılarından oluşmuş gözenekli ve emici, toz halde, amorf SiO_2 dir.

Fiziksel Özellikleri:

SiO_2 suda erimez. Kuvars serttir, 1600°C de ergir. Soğutulduğu zaman kristalleşmeden katılaşır, **kuvars camı** oluşur. Kuvars camının genleşme katsayısı çok küçüktür. Kızıl dereceye ısıtıldıktan sonra soğuk suya daldırılırsa çatlamaz. Ültraviyole ışınlarını geçirir. Ergimiş kuvarstan çekilen ince iplikler çok sağlamdır.

Kimyasal Özellikleri:

SiO_2 sağlam bir bileşiktir. Güçlükle indirgenir. Yalnız Mg ve C gibi güçlü indirgenler yüksek sıcaklıkta SiO_2 yi silisyuma indirgeyebilir.

$$SiO_2 + 2Mg \longrightarrow Si + 2MgO$$
$$SiO_2 + 2C \longrightarrow Si + 2CO$$

Bunun için kum+Mg tozu veya kum+kok karışımı Şekil: 29'da görülen elektrik fırınlarında ısıtılır. İkinci reaksiyonda SiC oluşumunu önlemek için karışıma SiO_2 in fazlası konur.

SiO_2 e yalnız HF etkir, başka asitler etkimez.

$$4HF + SiO_2 \longrightarrow 2H_2O + SiF_4\uparrow \text{ (gaz)}$$
$$SiF_4 + 2HF \longrightarrow H_2SiF_6$$
Fluoro silikat asidi

Yüksek sıcaklıkta metal oksitleri, hidroksitler, karbonatlar, sulfatlar vb. maddelerle birleşir, silikat adını alan tuzlar oluşur.

$$MgO + SiO_2 \longrightarrow MgSiO_3$$
$$2NaOH + SiO_2 \longrightarrow Na_2SiO_3 + H_2O$$
$$K_2CO_3 + SiO_2 \longrightarrow K_2SiO_3 + CO_2$$
$$CaSO_4 + SiO_2 \longrightarrow CaSiO_3 + SO_2 + 1/2O_2$$

SiO_2 in Kullanılışı :

Kuvarstan ateşe dayanıklı tüp, beherglas vb. laboratuvar eşyası, sinema projeksiyon mercekleri, ültraviyole geçiren camlar, fluoressan lambaları; ince kuvars ipliklerden duyarlı elektrik ölçü aletleri yapılır. Renkli kuvars ve renkli amorf SiO_2 minerallerinden süs eşyası yapılır. Kum harç, cam, ateş tuğlası elde edilmesinde kullanılır. Kieselguhr aşındırıcı olarak metal ve cam yüzeyleri parlatmada; emici olduğundan nitrogliserini emdirerek dinamit yapılmasında, brom, derişik HNO_3 ve H_2SO_4 şişelerinin ambalajında kullanılır.

3 — SİLİKAT ASİDİ (SİLİSİK ASİT) VE ÖZELLİKLERİ :

Silikat Asidi (Silisik Asit):

SiO_2 başka asit oksitlere benzemez. CO_2, SO_3 vb. asit oksitleri suyla birleşerek asitleri yaptıkları halde SiO_2 suyla birleşerek silikat asidi vermez. Suda erimiş silikatlara kuvvetli asitlerin etkisiyle bileşimi değişik ve dayanıksız, peltemsi silikat asitleri oluşur.

$$Na_2SiO_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2SiO_3 (H_2O \cdot SiO_2)$$
Metasilikat asidi
$$Na_4SiO_4 + 4HCl \longrightarrow 4NaCl + H_4SiO_4 (2H_2O \cdot SiO_2)$$
Ortosilikat asidi

DENEY : 1 — 2 cm³ seyreltik su camı (sodyum silikat) eriyiğine 1-2 damla derişik HCl koyunuz. Önce bir şey görülmez. Bir süre sonra peltemsi silikat asidi geli ayrışır. Sulu eriyikte oluşan silikat asidi çabucak değişir. H_2SiO_3 metasilikat asidi molekülleri hızla birbiriyle birleşerek polimerleşir. Önce göze görünmeyen ince (kolloidal) tanecikler yapar, daha sonra bu kolloidal tanecikler birbirine yapışarak, kesin bir bileşimi olmadığı için $xSiO_2 \cdot yH_2O$ ile gösterilen, jelatinimsi polisilikat asidi çöker. İnce (kolloidal) taneciklerin birleşmesiyle oluşan böyle çökeleklere gel denir.

Silika Gel:

Polisilikat asidi geli kızdırılırsa suyu uçar, geriye **silika gel** adı verilen, aktif kömür gibi gözenekli ve adsorblayıcı amorf SiO_2 tozu kalır. Silika gel su, alkol vb. sıvıların buharlarını emer, düşük basınç altında ısıtılınca buharı geri verir. Kurutucu ve emici olarak tekrar tekrar kullanılabilir.

Silikatlar:

Silikatlar genel olarak SiO_2 in metal oksitleriyle yaptığı bileşiklerdir. Fakat SiO_2 ile metal oksidin birleşme oranı belli sınırlar arasında değişik değerler alabilir. Ayrıca SiO_2 birden fazla metal oksitle birleşebildiği gibi, bazı silikatların yapısına su da girer. SiO_2 bu yönlerden de başka asit oksitlerden ayrılır. Su camı adını alan potasyum ve sodyum silikatlardan başkası suda erimez. Çeşitli mineralleri yapan doğal silikatlarla, birer silikat karışımı olan camlar, seramikler ve çimento suda erimeyen silikatlardır.

Su camı: Tabiatta bulunmaz. $Na_2CO_3 + SiO_2$ karışımının ergitilmesiyle elde edilir. Başlıca Na_2SiO_3 sodyum metasilikat, Na_4SiO_4 sodyum ortosilikat karışımıdır. Na_2CO_3 yerine K_2CO_3 alınırsa **potasyum su camı** olur. Su camı suda eriyerek kıvamlı bir eriyik verir.

DENEY : 2 — (Silis ağaçları deneyi). Seyreltik su camı eriyiğine $CuSO_4$, $CoCl_2$, $NiSO_4$, $Fe_2(SO_4)_3$ gibi renkli kristaller atınız. Bir süre sonra kristallerden eriyiğe doğru ağaç dallarına benzeyen kollar uzanır. Bu kollar suda erimeyen Cu, Co vb. silikatlardan yapılmış zarlarla sarılmıştır.

Su camı, yapıştırıcı olarak kullanılır. Su camı emdirilmiş tahta ve duvar su geçirmez. Yumurta su camına batırılırsa kabuğundaki gözenekler kapanır, hava almayınca uzun süre bozulmaz.

Bazı doğal silikatlar: Feldispat (ortoklas) $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ bileşiminde bir potasyum-alüminyum silikattır. **Granit** kuvars, feldispat ve mika karışımıdır.

Kaolen (saf kil): Feldispatın hava ve su etkisiyle bozunmasından oluşur. Bileşimi $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ ya yakındır.

Sulu magnezyum silikatlar: Genel bileşimleri $X\,MgO \cdot Y\,SiO_2 \cdot Z\,H_2O$ ile gösterilir. Bileşimlerine göre kristal yapıları ve özellikleri değişir. En önemlileri **asbest** (amyant), **talk** ve **Eskişehir (lüle) taşıdır.** Topraktan yeni çıkarılan Eskişehir taşı, içinde çok su bulunduğu için, yumuşaktır. Zamanla fazla suyunu kaybederek sertleşir; bu, çimentonun sertleşmesine benzer.

Zeolitler: Sulu Na-Al silikatlarıdır. Bileşimleri değişiktir. Genel olarak $X\,Na_2O \cdot Y\,Al_2O_3 \cdot Z\,SiO_2 \cdot U\,H_2O$ formülüyle gösterilebilir. Zeolitler-

de Na^+ iyonları yerine Ca^{+2}, Mg^{+2} vb +2 değerli iyonlar geçebilir. Bu özelliğinden zeolitler suyun sertliğini gidermede kullanılır. **Permutit** soda+kum+kaolen karışımının ergitilmesiyle elde edilen yapay zeolittir.

CAMLAR

4 — CAMIN ÖZELLİKLERİ VE BİLEŞİMİ:

Cam Nedir? Ne Gibi Özellikleri Vardır?

DENEY: 3 — a) Biraz balı tüpte ısıtınız, akıcılığı artar, tuz-buz karışımında soğutunuz, akışkanlığı çok azalır.

b) Adi tüp, cam boru, pencere cam kırıkları, kırılmaz cam parçalarını demir maşayla tutarak renksiz bir bunzen alevinde şiddetle ısıtınız. Camlar yavaş yavaş yumuşayarak akıcı duruma gelir; soğutunuz, yine sertleşir.

Camlar cinsi ne olursa olsun kristal yapı göstermeyen, sert, saydam, ısıtılınca yumuşayan, akışkanlığı sıcaklıkla artan maddelerdir. Sabit bir ergime noktası göstermezler. Sıvılar da kristal yapılı değildir. Akışkanlıkları sıcaklıkla artar. Katılar ise çoğunlukla kristal yapılıdır. Isıtıldıkları zaman sabit bir sıcaklıkta sıvı hale geçer. Camın özellikleri katılardan çok sıvılara benzer. Buna göre, **cam akışkan olmayan bir sıvıdır**, denebilir. Camların kırılganlığı, kırılma indisleri ve kimyasal özellikleri kimyasal yapılarına bağlıdır.

Cam Çeşitleri:

Camların bileşimi çeşitli olabilir. Kuvars camıyle organik polimerlerden polivinil klorür, plaskon, pleksiglas gibi kırılmaz camlar (Kimya, Lise III) saf maddelerdir. Çok kullanılan **silikat camları birbiri içinde erimiş silikatların homojen karışımıdır.** Adi cam, kristal camı bu türlü camlardır.

Silikat camları: Bu camların yapısında başlıca +1, +2 veya +3 değerli metal oksitleriyle SiO_2 bulunur. Bazı özel camların bileşimine B_2O_3 bor trioksit, As_2O_5 arsenik pentoksit gibi başka asit oksitler de girer. Camların yapısına giren başlıca oksitler:

Na_2O	CaO	Al_2O_3	SiO_2	As_2O_5
K_2O	BaO	Fe_2O_3	SnO_2	
	PbO	B_2O_3		

Adi cam: Bileşiminde başlıca Na_2O, CaO, SiO_2 bulunur. Isıtılınca kolay yumuşar. Buzlu cam, pencere camı ve şişe yapılır. Bazı adi şişe camları, içinde az miktarda bulunan Fe_2O_3 etkisiyle, yeşil görünür. Camın bileşimine Na_2O yerine K_2O girerse dayanıklı ve güç yumuşayan

potasyum camı elde edilir. Bu camdan lamba, ayna, vitrin yapılır.

Özel camlar: Kristal camı (flint camı), bir potasyum-kurşun silikat karışımıdır. Kırılma indisi büyüktür. Kolayca yontulabilir. Prizma, mercek ve değerli cam eşya yapılır.

Strass camı, flint camına benzer, PbO oranı yüksek, kırılma indisi daha büyüktür. Pırıltılı görünür. Değerli taşlar yapılmasında kullanılır.

Pyrex (pireks) camı, SiO_2 oranı %80'e ulaşan potasyum-alüminyum silikat ve B_2O_3 karışımıdır. Genleşme katsayısı küçüktür. Ateşe dayanıklı laboratuvar ve mutfak eşyası yapılmasında kullanılır.

Bazı Cam Türleri

	Yaklaşık % bileşimi										
Camın adı	Na_2O	K_2O	CaO	MgO	BaO	PbO	Al_2O_3	Fe_2O_3	B_2O_3	SiO_2	As_2O_3
Adi cam	15		8				2			75	
Kristal camı		13,7				33,3	1,1			51,9	
Strass camı		7,8				53,0	1,0			38,2	
Yena camı					12		4,5		15	65	3,5
Pyrex camı	4	0,8	0,2	0,2			2	0,1	11,9	80,8	

Renkli ve buzlu camlar: Camların içine az miktarda renk verici oksit veya element konursa renkli camlar elde edilir. FeO ve Fe_2O_3 camlara açık yeşil, $Fe_2O_3+MnO_2$ kahverengi, CuO mavi-yeşil, CoO mavi renk verir. K_2S camı sarıya, ince dağılmış (kolloidal) altın kırmızıya boyar.

Buzlu cam elde etmek için cam hamuruna biraz kemik külü, SnO_2, CaF_2 gibi saydam olmayan maddeler karıştırılır. Ucuz buzlu camlar kuvars kumu püskürtülerek veya HF asidiyle saydam cam yüzeyleri aşındırılarak elde edilir.

5 — CAM ELDE EDİLMESİ:

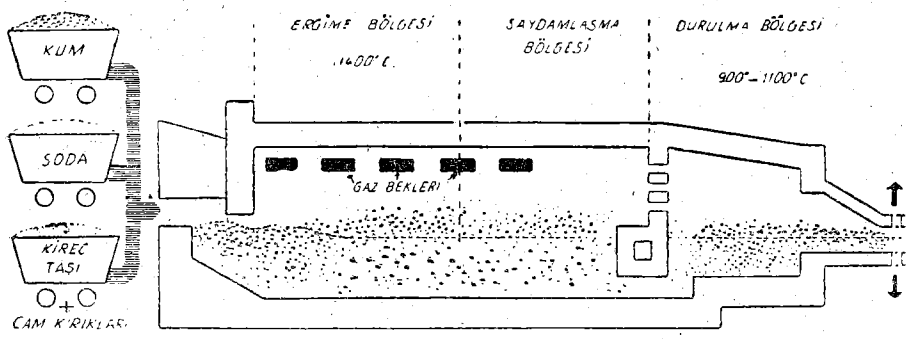
Cam Nasıl Yapılır?

Cam hamuru SiO_2 (kum), B_2O_3, Al_2O_3 gibi oksitlerle $CaCO_3$, Na_2CO_3, Na_2SO_4 gibi karbonat veya sulfatların uygun karışımlarının cam fırınlarında ergitilmesiyle elde edilir. Örnek olarak adi cam hamuru yapmak

için kum (SiO_2) + kireç taşı ($CaCO_3$) + soda (Na_2CO_3) veya Na_2SO_4 karışımı ergitilir.

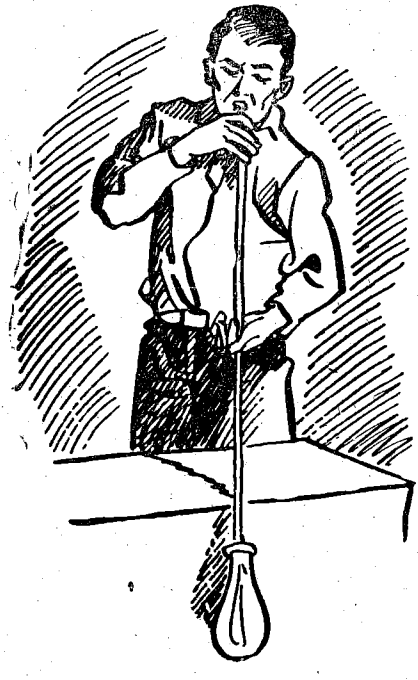
$$Na_2CO_3 + SiO_2 \longrightarrow Na_2SiO_3 + CO_2$$
$$CaCO_3 + SiO_2 \longrightarrow CaSiO_3 + CO_2$$

ve benzeri reaksiyonlarla silikatlar oluşur. Modern cam endüstrisinde 50-



Şekil: 32 — Cam hamuru elde edilen tekne fırını.

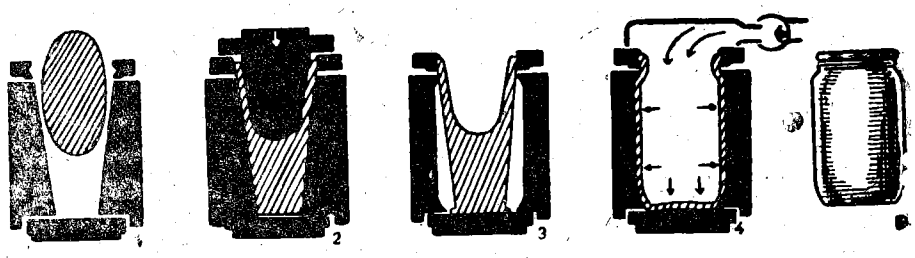
1000 ton cam alan **tekne fırınları** kullanılır. Gaz yakıt kullanan bu fırınların yapısı ve işleme yöntemi Siemens-Martin fırınlarına benzer. Ortada büyük cam ergitme teknesi bulunur (Şekil: 32).



Şekil: 33 — Camın üflenerek işlenmesi.

Cam Nasıl İşlenir?

Eskiden cam insan eliyle işlenerek şekil verilirdi (Şekil: 33). Örnek olarak şişe yapmak için uzun bir demir borunun ucuna alınan cam hamuru zaman zaman ısıtılarak üflenir, cam balon gibi şişer, kalıplara konarak son şekli verilirdi. Zamanımızda üfleme ve kalıplama, saatta 2-3 bin şişe çıkaran otomatik makinelerde yapılır (Şekil: 33/A). Pencere ve vitrin camı modern fabrikalarda düşey cam çekme makinelerinde yapılır. Bu amaçla cam hamurunun yüzeyine özel olarak yapılmış bir yüzgeç konur. Yüzgecin ortasında ayarlanabilen bir yarık bulunur. Yüzgeç sıvı cam yüzeyine bastırınca ortasındaki yarıktan levha şeklinde cam hamuru

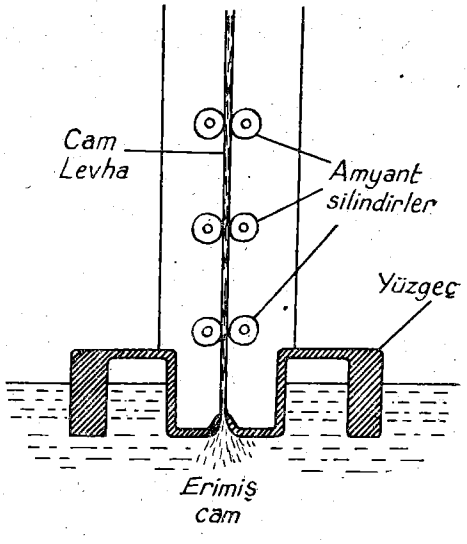


Şekil: 33/A — Cam kavanoz yapılması (otomatik makinelerde).

çıkar. Yarıktan çıkan cam humuru amyant merdaneler arasına alınarak yukarı çekilir. Yükselen cam hamuru soğuyarak sertleşir; cam levha halini alır. (Şekil 34). Istanbul Çayırova cam fabrikası bu yöntemle çalışır.

ÖĞRENDİKLERİMİZİN ÖZÜ

- **Yerkabuğunun 1/4'ü silisyumdur. Silisyum SiO_2 ve silikat bileşikleri halinde bulunur; tabiatta elementel silisyum yoktur.**
- **SiO_2 kristal yapılı kuvars, kum ve amorf opal, kieselguhr şeklinde bulunur.**
- **Ergimiş kuvarstan kuvars camı yapılır.**
- **SiO_2 dayanıklıdır, yalnız HF asidi etkir. C ve Mg SiO_2'i güçlükle silisyuma indirger. Uygun şaartlarda bazik oksitler ve bazlarla silikatları verir.**
- **Silikat asitleri çok sebatsızdır. Silikat asidi gel'ine dönüşürler.**
- **Silikatlarda metal oksit, su, SiO_2'in birleşme oranı değişiktir. K ve Na silikatlardan başkası suda erimez.**
- **Feldispat K-Al silikat, kaolen, sulu alüminyum silikat, Eskişehir taşı ve talk sulu magnezyum silikattır.**



Şekil: 34 — Pencere camı yapılması.

- **Silikat camları silikatların homojen karışımıdır.**
- **Adi cam, Na silikat ve Ca silikat; kristal camı, K silikat ve Pb silikat; pyrex camı, Na, K, Ca, Al silikatları ve boratları karışımıdır.**
- **Camlar SiO_2, Al_2O_3 vb. oksitlerle uygun karbonat ve sulfatların karışımının ergitilmesiyle elde edilir.**

DÜŞÜNÜNÜZ, ARAŞTIRINIZ, CEVAPLANDIRINIZ :

1. Silis nedir? Tabiatta bulunan iki çeşidini açıklayınız.
2. Tabiatta bulunan bir silis türünden başlayarak, silisyum, su camı, silikat asidi geli ve silikagel nasıl elde edilebilir?
3. SiO_2 başka asit oksitlere hangi yönden benzer, hangi yönden benzemez? Örnekler vererek açıklayınız.
4. Aşağıdaki denklemleri tamamlayınız ve denkleştiriniz:

$SiO_2 + HF \longrightarrow$
$SiO_2 + NaOH \longrightarrow$
$SiO_2 + Mg \longrightarrow$
$Na_2SiO_3 + HCl \longrightarrow$
$CaSO_4 + SiO_2 \longrightarrow$

5. Cama «akışkan olmayan bir sıvıdır» demek doğru mudur? Niçin? Kuvars camı nasıl elde edilir?
6. Adi cam, kristal camı elde etmek için hangi ilkel maddelerin karışımı ergitilmelidir? Ergitmede olan kimyasal reaksiyonları gösteriniz.
7. Dağ kristali, zeolit, pyrex camı nedir? Kısaca anlatınız.
8. İçinde %4 Fe_2O_3 bulunan 1250 kg. kumdan ve Na_2CO_3 ten ne kadar su camı (Na_2SiO_3) elde edilebilir? Ele geçen su camındaki Fe_2O_3 oranı nedir? Ergitme sırasında çıkan CO_2 miktarı N.Ş. da kaç litredir?
(Cevap: İçinde yaklaşık olarak %2 Fe_2O_3 olan 2490 kg. su camı, 448 m^3 CO_2).
9. Yaklaşık olarak $Na_2O \cdot CaO \cdot 6SiO_2$ formülüyle gösterilen pencere camının 2390 kg.ını elde etmek için kaçar kg. Na_2CO_3, $CaCO_3$ ve SiO_2 gerekir? Ergime sırasında çıkan CO_2 nin N.Ş. da hacmi ne olur?
(Cevap: 530 kg. Na_2CO_3, 500 kg. $CaCO_3$, 1800 kg. SiO_2, 224 m^3 CO_2).

BÖLÜM: V

ELEMENTLERİN SINIFLANDIRILMASI: PERİYODİK SİSTEM

ANA ÇİZGİLER:

- **İlk periyodik sistem tablosu.**
- **Periyodik kanun ve modern periyodik sistem.**
- **Periyodik sistemden faydalanma:**
  Gruplar ve periyotlar,
  Metal ve ametal karakterleri.

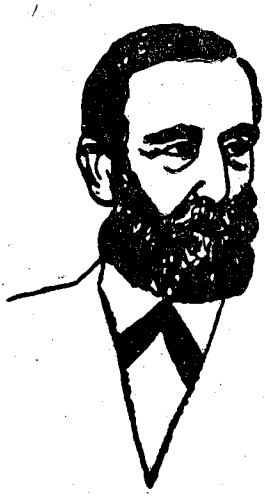
1 — İLK PERİYODİK SİSTEM NASIL YAPILDI?

Elementlerin Gruplandırılması:

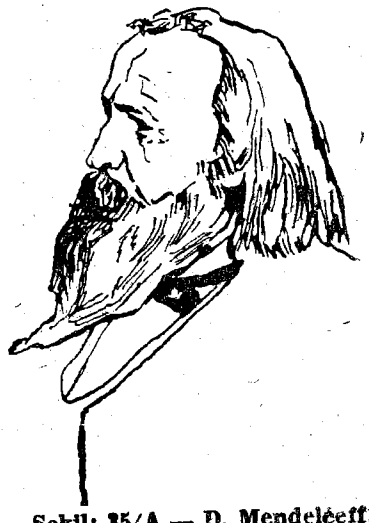
XIX. yüzyılın ilk yarısında bilginler, özellikleri birbirine benzeyen elementleri alkali metaller, halojenler vb. gibi gruplarda toplayarak bir çeşit sınıflandırma yapmışlardı. Alkali metaller grubunda bulunan Li, Na, K, Rb, Cs metalleri +1 değer alır, hepsi de aktiftir, başka özellikleri de birbirine çok benzer. Halojenler denilen F, Cl, Br, I ametallerinin birbirine hangi yönlerden benzediğini Lise I'de öğrendiniz.

Özelliklerin Periyodik Değişmesi:

1867-69 yıllarında Lothar Meyer (Şekil: 35) ve D. Mendeléeff (Şekil: 35/A) birbirinden habersiz olarak, o zaman bilinen 63 elementi artan atom ağırlıklarına göre sıraladılar ve bağımsız gibi görünen element gruplarını birbirine bağlamayı başardılar. Mendeléeff, 1. Sıraladığı elementlerin değerlerinin ve başka özelliklerinin adım adım değiştiğini, 2. Ayrıca, belli sayıda elementten sonra aynı değer ve benzer özelliklerin tekrar ortaya çıktığını, yani benzer özelliklerin periyodik olarak tekrarlandığını, görmüştür. Örneğin, o zaman bilinmeyen soy gazları atlayarak ilk 16 elementi alıp atom tartılarına göre dizelim: H, Li, Be, B, C, N, O, F, Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, K. Bu sırada H i bir kenarda bırakalım ve Li dan F a doğru ilerleyelim. Özelliklerin adım adım değiştiğini görürüz. F dan Na a geçerken birdenbire büyük bir değişme olur. Na ile Cl arasındaki değişmeler yine adım adım ve Li ile F arasındaki değişmelere paralel olarak yürür. Ayrıca Na metali her yönden Li metaline çok benzer ve Na ile Li arasında 6 element vardır. Na dan 6 element sonra gelen K



Şekil: 35 — Lothar Meyer.



Şekil: 35/A — D. Mendeléeff.

Devir	Grup I	Grup II	Grup III	Grup IV	Grup V	Grup VI	Grup VII	Grup VIII		
1	1 H 1.0080							2 He 4.003		
	A B ↓ ↓	A B ↓ ↓	A B ↓ ↓	A B ↓ ↓	A B ↓ ↓	A B ↓ ↓	A B ↓ ↓			
2	3 Li 6.940	4 Be 9.013	5 B 10.82	6 C 12.011	7 N 14.008	8 O 16	9 F 19.00	10 Ne 20.183		
3	11 Na 22.991	12 Mg 24.32	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.975	16 S 32.066	17 Cl 35.457	18 Ar 39.944		
4	19 K 39.100	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.90	23 V 50.95	24 Cr 52.01	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.94	28 Ni 58.71
	29 Cu 63.54	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.60	33 As 74.91	34 Se 78.96	35 Br 79.916	36 Kr 83.80		
5	37 Rb 85.48	38 Sr 87.63	39 Y 88.92	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.95	43 Tc 99	44 Ru 101.1	45 Rh 102.91	46 Pd 106.4
	47 Ag 107.880	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.70	51 Sb 121.76	52 Te 127.61	53 I 126.91	54 Xe 131.30		
6	55 Cs 132.91	56 Ba 137.36	57 *La 138.92	72 Hf 178.6	73 Ta 180.95	74 W 183.86	75 Re 186.22	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.09
	79 Au 197.0	80 Hg 200.61	81 Tl 204.39	82 Pb 207.21	83 Bi 209.00	84 Po 210	85 At 210	86 Rn 222		
7	87 Fr 223	88 Ra 226.05	89 * Ac 227.0	104 Hu 260						

* Lantanitler	58 Ce 140.13	59 Pr 140.92	60 Nd 144.27	61 Pm 145	62 Sm 150.35	63 Eu 152.0	64 Gd 157.26	65 Tb 158.93	66 Dy 162.51	67 Ho 164.94	68 Er 167.27	69 Tm 169.94	70 Yb 173.04	71 Lu 174.99
** Aktinitler	90 Th 232.05	91 Pa 231	92 U 238.07	93 Np 237	94 Pu 244	95 Am 243	96 Cm 245	97 Bk 247	98 Cf 249	99 Es 254	100 Fm 252	101 Md 256	102 No 254	103 Lw 257

Şekil: 26 — Kısa periyodik sistem tablosu.
(Taralı elementler Mendeléef zamanında bilinmiyordu).

da Na a benzer. Birbirine benzeyen F ile Cl arasında da 6 elementlik aralık vardır. Görülüyor ki belli aralıklarla benzer özellikler tekrar ortaya çıkmaktadır. Böyle değişmelere **periyodik değişmeler** denir. Mevsimlerin birbirini izlemesi, ayın durumunun değişmesi de periyodik değişmelerdir.

Mendeléeff Kanunu ve İlk Periyodik Sistem:

Mendeléeff, atom tartılarına göre elementleri sıralayınca bunların özel-

liklerinin periyodik (devirli) olarak değiştiğini görmüş ve şu kanunu ortaya atmıştır: «**Elementlerin özellikleri atom tartılarının periyodik fonksiyonudur**». Bu kanunun gerçeğe tam uymadığını aşağıda göreceğiz.

Mendeléeff daha sonra, o zaman bilinen 63 elementi artan atom tartılarına göre sıralayarak ilk **periyodik sistem tablosunu** yapmıştır. Bu tabloyu yaparken her şeyden önce elementlerin özelliklerini gözönünde tutmuş ve birbirine benzeyen elementleri alt alta getirmiştir. Bilgin, Li ile başlayan ilk ve Na ile başlayan ikinci devirleri birer sıra halinde yazmıştır. İlk güçlük K ile başlayan devir (periyot) ile başlamıştır. Ca dan sonra gelen 12 elementi yerleştirmek çok zordu. İçlerinde Al a benzeyeni yoktu. Fe, Co, Ni ayrı bir grup yapıyordu. Ni den sonra gelen Cu 1 +1 değer de aldığı için K un altına, Zn yu +2 değer aldığı için Ca un altına koyabiliyordu. Zn dan sonra As biliniyordu, buysa P a benziyordu. Bunun için en uygun yer P un altıydı. Mendeléeff cesur bir adım attı. İlk sırada Al un altını boş bıraktı; Fe, Co, Ni i 8. gruba koydu; K un altına Cu 1 ve Ca'un altına da Zn yu yerleştirerek ikinci sıraya başladı; sonra iki boş yer bırakarak As 1 P un altına yerleştirdi ve periyodu tamamladı. Bundan sonra gelen iki periyodu da aynı şekilde dizdi. Bu tablodaki boş yerler daha sonra keşfedilen elementlerle tamamlanmıştır. Temelleri Mendeléeff tarafından atılan bu tablo **kısa periyodik sistem tablosu** adıyle de tanınır (Şekil: 36). Tablo tamamlandıktan sonra elementler H den başlayarak 1, 2, 3... diye numaralanmış, bu sayılara **atomnumarası** adı verilmiştir. Mendeléeff elementleri sıralarken özelliklere atom tartılarından daha fazla önem verdiği için I un atom tartısı Te dan daha küçük olduğu halde sırada I u Te dan sonra yazmıştır. Bunu yaparken de bu elementlerin atom tartılarının yanlış olduğunu öne sürmüştür. Asıl yanlışlığın kendi kanununda olduğu, atomların özelliklerinin atomnumaralarına bağlı olarak değiştiği anlaşılmıştır.

2 — MODERN PERİYODİK SİSTEM:

Modern Periyodik Sistemin Temeli:

Modern periyodik sistem elementlerin atom tartılarına değil, atomnumaralarına dayanır. Çünkü **elementlerin özellikleri başlıca atomlarının dış bölgelerindeki elektron sayısıyle büyüklüğüne bağlıdır.** Bir atomda, elektronların sayısı çekirdekteki proton sayısı (pozitif yük) kadardır. Bu sayı atomnumarasına eşittir. Moseley (Şekil: 36/A), atomnumaralarının ölçülmesi için denel bir temel vermiştir. Bohr, atomnumarasının çekirdek yüküne eşit olduğunu ortaya koymuştur. Çekirdeğin çevresinde 1, 2, 3... sayıları veya K, L, M... harfleriyle gösterilen enerji bölgeleri (düzeyleri) vardır. K bölgesi en çok 2, L bölgesi 8, M bölgesi 18, N bölgesi en çok 32 elektron alabilir. Fakat çekirdeğin dışında kaç elektron bulunursa bulunsun en dışta kalan bölge (kabuk) 8'den fazla elektron alamaz.

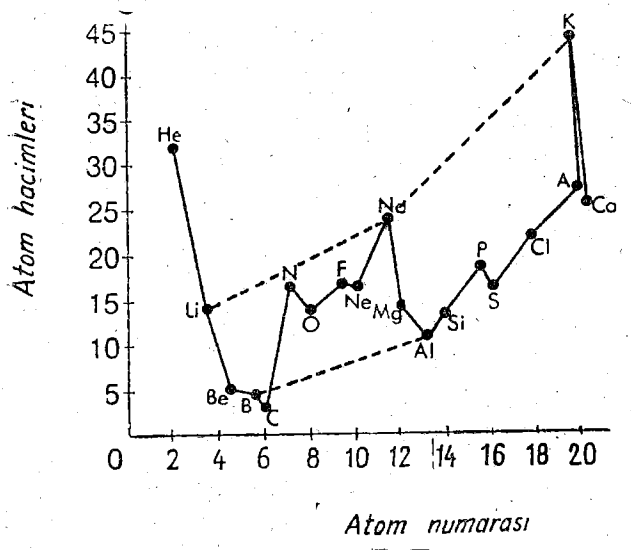
Şekil: 36/A — H.G.J. Moseley

Buna göre 1 numaralı atom olan H'de 1, 2 numaralı atom olan He da 2 elektron vardır ve 2 elek-

tronla K (birinci) bölgesi dolar. 3 numaralı Li'un üçüncü elektronu ikinci bölgeye girer. Li dan 10 numaralı Ne a kadar L (ikinci) bölgesindeki elektron sayıları birer birer artarken, özellikler adım adım değişir. Ne da L bölgesi dolar. Bu bir soy gazdır. A veya Ar (argon), Kr (kripton), Xe (ksenon), Rn (radon) adını alan başka soy gazların da dış bölgelerinde hep 8'er elektron bulunur. 11 numaralı element Na da 11'inci elektron M (üçüncü) bölgesine girer. Na metali Li a benzer. Na ile A arasındaki değişmeler Li ile Ne arasındaki değişmelere paralel yürür; 19'uncu element K metali Na a benzer vb. Görülüyor ki elementlerin özellikleri artan atomnumaralarına bağlı olarak değişir, bu değişme ise periyodiktir. **Modern periyodik kanun: Elementlerin özellikleri atomnumaralarının periyodik fonksiyonudur** (Şekil: 37, 37/A).

H							He
①							②
1●							2●
+1							0
—1							
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
1●	2●	3●	4●	5●	6●	7●	8●
+1	+2	+3	+4	+5	+6	+8	0
			—4	—3	—2	—1	0
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	A
⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰	⑱
1●	2●	3●	4●	5●	6●	7●	8●
+1	+2	+3	+4	+5	+6	+8	0
			—4	—3	—2	—1	0

Şekil: 37 — Atomların kabuklarındaki elektron sayıları ve değeri.



Şekil: 37/A — Atomların hacimleri atomnumaralarının periyodik fonksiyonudur.

Modern Periyodik Sistem Tablosu:

Modern periyodik sistem tablosu yapılırken elementler atomnumaralarına göre dizilmişlerdir. Bu tabloda **her yatay dizi bir periyottur.** Özellikleri birbirine benzeyen elementler alt alta getirilmişlerdir. Böylece ortaya çıkan **her düşey dizi bir gruptur** (Şekil: 37/B). Birinci periyot çok kısadır. İkinci ve üçüncü periyotlar 8 elementli orta periyotlardır

Elementlerin Periyodik Sistem Tablosu

PERİYOT	HAFİF METALLER I A	II A	III B	IV B	V B	VI B	VII B	VIII B	VIII B	VIII B	I B	II B	AMETALLER III A	IV A	V A	VI A	VII A	BOY GAZLAR VIII A
1																		2 He Helyum 4.003
2	3 Li Lityum 6.940	4 Be Berilyum 9.013											5 B Bor 10.82	6 C Karbon 12.011	7 N Azot 14.008	8 O Oksijen 16.0000	9 F Fluor 19.00	10 Ne Neon 20.183
3	11 Na Sodyum 22.991	12 Mg Magnezyum 24.32											13 Al Aluminyum 26.98	14 Si Silisyum 28.09	15 P Fosfor 30.975	16 S Kükürt 32.066	17 Cl Klor 35.457	18 Ar Argon 39.944
4	19 K Potasyum 39.100	20 Ca Kalsiyum 40.08	21 Sc Skandiyum 44.96	22 Ti Titan 47.90	23 V Vanadyum 50.95	24 Cr Krom 52.01	25 Mn Manganez 54.94	26 Fe Demir 55.85	27 Co Kobalt 58.94	28 Ni Nikel 58.71	29 Cu Bakır 63.54	30 Zn Çinko 65.39	31 Ga Galyum 69.72	32 Ge Germanyum 72.60	33 As Arsenik 74.91	34 Se Selenyum 78.96	35 Br Brom 79.916	36 Kr Kripton 83.80
5	37 Rb Rubidyum 85.48	38 Sr Stronsiyum 87.63	39 Y Yttriyum 88.92	40 Zr Zirkonyum 91.22	41 Nb Niob 92.91	42 Mo Molibden 95.95	43 Tc Teknesyum 99	44 Ru Ruthenyum 101.1	45 Rh Rodyum 102.91	46 Pd Palladyum 106.4	47 Ag Gümüş 107.880	48 Cd Kadmiyum 112.41	49 In İndiyum 114.82	50 Sn Kalay 118.70	51 Sb Antimon 121.76	52 Te Tellur 127.61	53 I İyot 126.91	54 Xe Ksenon 131.30
6	55 Cs Sezyum 132.91	56 Ba Baryum 137.36	57* La Lantan 138.92	72 Hf Hafniyum 178.50	73 Ta Tantal 180.95	74 W Volfram 183.86	75 Re Renyum 186.22	76 Os Osmiyum 190.2	77 Ir İridyum 192.2	78 Pt Platin 195.09	79 Au Altın 197.0	80 Hg Civa 200.61	81 Tl Talyum 204.39	82 Pb Kurşun 207.21	83 Bi Bizmut 209.00	84 Po Polonyum 210	85 At Astatin 210	86 Rn Radon 222
7	87 Fr Fransyum 223	88 Ra Radyum 226.05	89** Ac Aktinyum 227	104 Ku Kurchotowyum 260														

*Lantanitler	58 Ce Seryum 140.13	59 Pr Praseodyum 140.92	60 Nd Neodyum 144.27	61 Pm Prometyum 145	62 Sm Samaryum 150.35	63 Eu Europyum 152.0	64 Gd Gadolinyum 157.26	65 Te Terbiyum 158.93	66 Dy Dysprosyum 162.51	67 Ho Holmiyum 164.94	68 Er Erbiyum 167.27	69 Tm Thulyum 168.94	70 Yb Ytterbiyum 173.40	71 Lu Lutetyum 174.99
**Aktinitler	90 Th Toryum 232.05	91 Pa Protaktiyum 231	92 U Uranyum 238.07	93 Np Neptonyum 237	94 Pu Plutonyum 242	95 Am Amerikyum 243	96 Cm Curiyum 245	97 Bk Berkelyum 249	98 Cf Kaliforniyum 249	99 Es Einsteinyum 255	100 Fm Fermiyum 255	101 Md Mendelevyum 256	102 No Nobelyum 253	103 Lw Lawrensyum 259

Şekil: 37/B — Elementlerin Periyodik Sistem Tablosu.

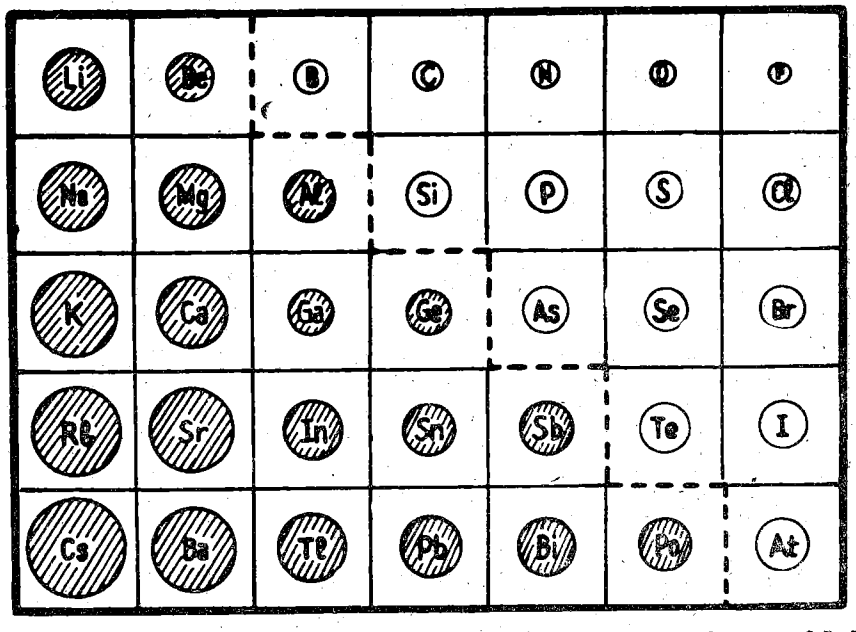
Dördüncü periyot 18 elementli büyük bir periyottur. Burada potasyum sodyuma, kalsiyum magnezyuma benzediği için alt alta yazılmıştır. Bunlardan sonra gelen elementler arasında alüminyuma en çok benzeyen galyum (Ga) dur. Bunu alüminyumun altına yazabilmek ve aynı zamanda kalsiyumla galyum arasındaki 10 elementi tabloya sığdırmak için yatay diziyi uzatmak ve Mg ile Al arasını açmak gerekmiştir. Araya giren 10 elemente geçiş elementleri (B tipi elementler) adı verilir. İkinci ve üçüncü periyotlardaki elementlerle, bundan sonra gelen periyotlarda, bunların altına yazılan elementlere A tipi elementler denir. Büyük periyotların ortalarında geçiş elementleri (B tipi elementler) bulunur.

Beşinci periyot dördüncüye benzer. Altıncısı 32 elementli çok büyük bir periyottur. Bunun 14 elementi tabloya sığmamış ve Lantanitler adını alan bu elementler tablonun altında ayrı bir dizi halinde yazılmıştır. Yedinci periyot tamamlanmamıştır. Bu periyotta bulunan elementlerin hepsi radyoaktiftir ve çoğu yapay elementlerdir.

3 — PERİYODİK SİSTEMİN FAYDASI:

Elementlerin Sınıflanması:

Periyodik sistemin **düşey dizileri elementleri gruplara ayırarak sınıflandırmıştır.** Tabloda gruplar A ve B tiplerine ayrılmıştır (Şekil: 37B). 8 tane A ve 8 tane B grubu vardır. Yatay diziler bu grupları birbirine bağ-



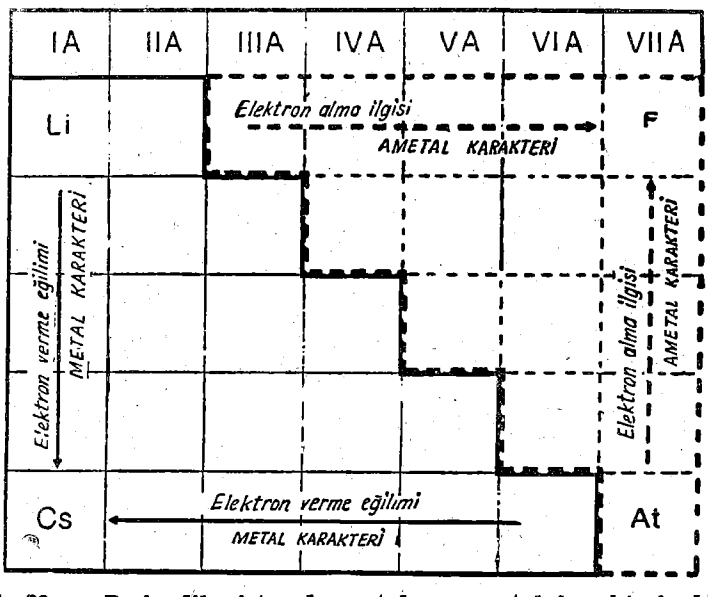
Şekil: 38 — Gruplarda atomnumarası büyüdükçe atom çapları da büyür.

lar. Gruplar elementler arasındaki benzerlikleri ve ilişkileri, periyotlar gruptan gruba değişen özellikleri ve ayrıntıları belirtir. Periyodik Sistem elementleri sistemli olarak sınıflandırmıştır. Bu sayede elementleri ayrı ayrı öğrenmek, özelliklerini bellemek yerine bunları gruplar ve periyotlar içinde karşılaştırmalı olarak öğrenmek mümkün olmuştur. Bu da kimya öğreniminde kolaylık sağlamıştır.

Gruplar:

Gerek A ve gerek B gruplarında özellikleri birbirine benzeyen elementler bulunur. Örnek olarak, Na +1 değerlidir, aktiftir, bütün tuzları suda erir. NaOH kuvvetli bir bazdır vb. Na metali I.A grubunda bulunur. Aynı grupta bulunan Rb (rubidyum) metalini hiç görmesek bile bunun +1 değer alacağını, aktif olacağını ve başka özelliklerinin de sodyuma benzeyeceğini söyleyebiliriz. Geçen yıl öğrendiğiniz VII.A grubunda bulunan halojenlerin ve VIII.A grubunu yapan soy gazların birbirine ne kadar benzediklerini hatırlayınız.

Bununla birlikte gruplarda atomnumarası büyüdükçe, yukarıdan aşağıya doğru, atom çapları büyür (Şekil: 38). Bunun sonucu I.A, II.A, III.A grubu elementlerinde elektron verme yatkınlığı ve aktiflik derece derece artar. IV.A, V.A, VI.A ve VII.A gruplarında ise elektron alma yatkınlığı ve aktiflik yukardan aşağıya azalır; aşağıdan yukarıya çoğalır (Şekil: 39).



Şekil: 39 — Periyodik sistemde metal ve ametal karakteri okların gösterdiği yönde artar.

Periyotlar (Devirler):

Birinci periyot H ile, ondan sonraki periyotlar bir alkali metalle başlar ve hepsi de bir soy gazla biter. Elementlerin aldığı (+) değerler soldan sağa doğru +1'den +7'ye kadar birer birer artar. (—) değerler, IV.A grubundan başlayarak —4'ten VII.A grubunda —1'e kadar yine birer birer azalır. Elektron düzenleri kararlı olan soy gazlar elektron alıp vermedikleri için bunlar (0) değerlidir (Şekil: 37).

A gruplarındaki elementler elektron düzenlerini kararlı soy gaz sistemine benzetmek için dış bölgelerindeki elektron sayısını 8 (veya 2) yapmak isterler. Çünkü helyumda 2, diğer soy gazların dış (kabuk) bölgelerinde 8'er elektron bulunur. Böylece hem (+), hem (—) değer alabilen elementlerin aldıkları veya verdikleri elektron sayılarının toplamı, bir başka deyimle (+) ve (—) değerleri gösteren sayıların mutlak değerlerinin toplamı, 8 olur. Buna **Abbeg kuralı** denir. Örnek olarak azot —3 (NH_3) ve en çok +5 (HNO_3) değerlerini alır, 3+5=8 olur.

Soldan sağa doğru gidildikçe elektron verme yatkınlığı azalır. 2 elektron vermek 1 elektron vermekten daha güçtür. Buna karşılık elektron ilgisi (alma yatkınlığı) artar. 1 elektron almak 2 elektron almaktan daha kolaydır. Elektron ilgisini değiştiren bir başka etken de soldan sağa doğru gidildikçe atomların küçülen çaplarıdır (Şekil: 38).

Metal ve Ametal Karakteri:

Metaller: Dış bölgelerinde 1, 2 veya 3 elektron bulunan elementler bu elektronları vererek kolay yoldan soy gaz düzenine ulaşırlar. Çünkü 1, 2 ya da 3 elektron vermek 7, 6 ya da 5 elektron almaktan daha kolaydır. Metaller bu çeşit elementlerdir. **Metaller yalnız elektron vererek bileşik yaparlar.** Buna göre de **metal karakteri elektron verme yatkınlığıyle el ele gider.** Periyodik sistem tablosunda metal karakteri sağdan sola ve yukarıdan aşağıya doğru artar. Bu yüzden metaller periyodik sistemin sol, alt ve orta bölümlerinde toplanmışlardır. I.A, II.A, (bordan başka) III.A grubuyle bütün B gruplarındaki elementler metaldir.

Ametaller: Dış bölgelerinde 5, 6 veya 7 elektron bulunan atomlar elektron alarak soy gaz sistemine daha kolay ulaşırlar. Ametaller bu çeşit elementlerdir. **Ametaller bileşik yaparken elektron alma eğilimi gösterirler.** Metallerden elektron alırlar, kendi aralarında birleşirken elektron ortaklığı yaparlar (Kimya, Lise I). Periyodik sistem tablosunda ametaller sağ üst köşede toplanmışlardır. Çünkü **ametal karakteri elektron ilgisiyle el ele gider.** Tabloda elektron ilgisi soldan sağa ve aşağıdan yukarıya doğru artar. VIII.A grubunda bulunan soy gazlar elektron alıp vermedikleri halde yalnız fiziksel özellikleri (hepsinin gaz olması vb.)

önünden ametal sayılır. Atomlarının dış elektron bölgelerinde 4'er elektron bulunan elementler ya 4 elektron vererek ya da 4 elektron alarak soy gaz düzenine ulaşabilirler. Bunların ilki karbon bir ametaldir. Özellikle IV. A, V. A ve VI. A gruplarında atom numarası büyüdükçe elektron verme eğilimi artar. Metal karakteri kendini göstermeye başlar.

Yarı metaller: Tabloda metallerle ametalleri ayıran kırık çizgiye komşu olan elementlerin özellikleri metallerle ametaller arasındadır. Bu elementlere **yarı metaller** denir. Ge (germanyum), As (arsenik), Sb (antimon), At (astatin) bu çeşit elementlerdir.

ÖĞRENDİKLERİMİZİN ÖZÜ

- **L. Meyer ve D. Mendeléeff atom tartıları büyüdükçe elementlerin özelliklerinin periyodik olarak değiştiğini görmüşlerdir.**
- **D. Mendeléeff ilk periyodik sistem tablosunu, elementleri artan atom tartılarına göre sıralayarak, yapmıştır.**
- **Modern periyodik sistem atomların yapılarına dayanır. Atomların yapıları ise atomnumarasına bağlıdır.**
- **Modern periyodik kanun: Atomların özellikleri atomnumaralarının periyodik (devirli) fonksiyonudur.**
- **Modern periyodik sistem tablosunda elementler atomnumaralarına göre sıralanmışlardır.**
- **Yatay diziler periyotları, düşey diziler grupları gösterir.**
- **Periyotlarda atomnumarası adım adım arttıkça atomların değerleri ve başka özellikleri adım adım değişir.**
- **Gruplarda özellikleri birbirine benzeyen elementler bulunur.**
- **Yatay dizilerde, soldan sağa doğru elektron verme yatkınlığı azalır, elektron ilgisi çoğalır.**
- **Gruplar A ve B tipi olmak üzere iki çeşittir.**
- **A gruplarında yukarıdan aşağıya doğru elektron verme yatkınlığı, aşağıdan yukarıya doğru elektron ilgisi çoğalır.**
- **Ametaller periyodik sistemin sağ-üst köşesinde, metaller orta ve sol alt bölümlerinde toplanmıştır.**

DÜŞÜNÜNÜZ, ARAŞTIRINIZ, CEVAPLANDIRINIZ :

1. Aşağıdaki terimleri açıklayınız:
   Atomnumarası, periyodik kanun, metal, ametal, Abbeg kuralı.
2. Atomları atomnumaralarına göre mi, yoksa atom tartılarına göre mi sıralamak daha doğru olur? Niçin?
3. Genel olarak metaller, ametaller, atom çapları büyük olan elementler periyodik sistem tablosunun nerelerinde toplanmıştır?
4. Periyotlarda elektron verme yatkınlığı ve elektron ilgisi hangi yöne doğru, nasıl değişir?
5. Gruplarda elektron ilgisi ve elektron verme yatkınlığı nasıl değişir?

6. İkinci periyotta ve I.A, VII.A gruplarında bulunan elementlerin sem bolleriyle adlarını yazınız.
7. Se (selenyum) 34 numaralı elementtir. Bu element hangi elementlere benzer. Hidrojenli ve oksijenli bileşiklerinin formülleri nasıl olur? Oksitleri asit oksit mi, yoksa bazik oksit midir? Suyla birleşince ne verir? Formül ve denklemlerle açıklayınız.
8. Aşağıda ikişer ikişer yazılmış elementler arasında hangi bileşikler olur? Adlarını, formüllerini, formüldeki atomların değerlerini yazınız:
Ca(20) ile Se(34); K(19) ile N(37).
Ra(88) ile Br(35); Al(13) ile Te(52),
As(33) ile O(8); Sb(51) ile H(1).
9. I.A II.A III.A IV.A V.A VI.A VII.A VIII.A

A B C D E F G H

dizisi verilmiştir. Hangi element atomlarının dış bölgelerinde en çok elektron bulunur? Hangi element +3 değer alır? Hangi element —3 değer alır? —3 değer alan elementin alacağı en yüksek (+) değer ne olur? Hangi element klorla birleşince 2 elektron verir; bu bileşiğin formülü ne olur?
10. Soru 9'daki dizide, en kolay elektron alan, en kolay elektron veren elementler hangileridir? Hangisi elektron alıp vermez? A ile F ve B ile G arasındaki bileşiklerin formülleri ne olur? Bu bileşiklerde elementler hangi değerleri alırlar?
11. Aşağıdaki elementleri ikişer ikişer gruplandırınız. Her grubun alacağı değerleri gösteriniz. Her grupta daha aktif olan elementi belirtiniz:
Li, Ca, Cl, N, Mg, Na, I, P.

BÖLÜM: VI

METALLERE GENEL BAKIŞ

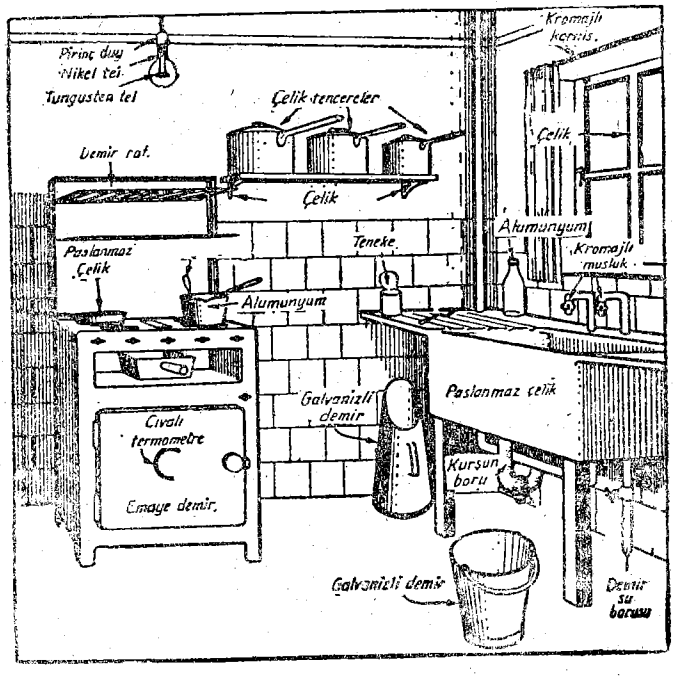
ANA ÇİZGİLER :

- **Metalleri ametallerden ayıran özellikler.**
- **Metallerin aktiflik sırası; metallerin bulunuşu ve elde edilişi.**
- **Alaşımlar: Oluşumu, yapıları, özellikleri.**

1 — METALLER VE AMETALLER :

Metallerin Önemi:

Yapay olanlarla birlikte elementlerin çoğu metaldir. Endüstri, ulaştırma ve haberleşmede kullanılan makineler ve araçlar, çeşitli aletler, yapı gereçleri, ev eşyalarının önemli bir kısmı (Şekil: 40) metallerden ya da alaşımlarından yapılmıştır. Elektrik enerjisinin üretimi, dağıtımı ve kullanılması da metallerle sağlanır. Hangi metallerin nerede kullanılacağı, metallerin fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlıdır. Örnek olarak çelik sert, esnek ve dayanıklıdır. Fakat paslanır. Bakır yumuşaktır, kolayca tel haline gelir, iletkendir. Alüminyum alaşımları hafif, sert ve dayanıklıdır. Çelikten makineler, bakırdan elektrik teli, alüminyum ala-

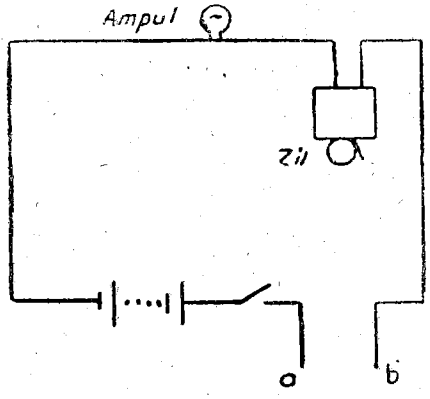


Şekil: 40 — Modern bir mutfakta bulunan metal eşyalar.

şımlarından uçak yapılır. Radyoaktif olan uranyum ve plutonyum metalleri nükleer (çekirdek) enerji elde etmede işe yarar.

Metallerle Ametallerin Karşılaştırılması:

Metaller ilk bakışta parlaklıkları, iletken oluşları, tel ve levha haline gelebilmeleri gibi fiziksel; birçoğunun sulu asitlerle birleşmesi gibi kimyasal özellikleriyle ametallerden ayrılırlar. Çünkü ametaller genel olarak bu özellikleri göstermez (aşağıdaki cetvele bakınız).



Şekil: 41 — Metaller iletkendir.

DENEY : 1 — Şekil 41'deki düzeneği hazırlayınız. a ve b uçlarının ikisini birden metal parçalarına dokundurunuz, hatta civa içine daldırınız. Ampul yanar, zil çalar; böylece akımın geçtiği anlaşılır. Kükürt, kömür parçalarına dokundurunuz, akım geçmez.

DENEY : 2 — Aynı kalınlıkta ve aynı boyda demir, bakır, kömür, kükürt çubuklarını birer uçlarından tutarak diğer uçlarını bunzen alevinde ısıtınız, önce bakırın, sonra demirin ısındığını görürsünüz. Kükürt ergiyip tutuşur. Kömür yanmaya başlar, fakat elinizle tuttuğunuz uç fazla ısınmaz.

Metallerle Ametallerin Özelliklerinin Karşılaştırılması

	Metaller	Ametaller
Fiziksel Özellikleri	Metalik parlaklığı vardır.	Parlak değildir.
	Vurma ve çekmeye dayanır.	Kırılgandır.
	Tel ve levha haline gelebilirler.	Tel ve levha haline gelemezler.
	Uçucu değildir.	Birçoğu gazdır.
	Hepsinin buharı tek atomlu moleküllerden yapılmıştır.	Yalnız soy gazlar tek atomludur.
	Isı ve elektriği iletir.	Isı ve elektriği iletmezler (grafit ve selenyum elektriği iletir).
Kimyasal Özellikleri	Isıtılınca elektron yayarlar.	Isıtılınca elektron yaymazlar.
	Elektron vererek bileşik yaparlar, kendi aralarında bileşik yapmazlar.	Elektron alarak ya da elektron ortaklığı sağlayarak bileşik yaparlar. Kendi aralarında bileşik yaparlar.
	Yükseltgen olmayan asitlerle çoğu bileşir. Oksitleri çoğunlukla bazik oksittir.	Yükseltgen olmayan asitlerle birleşmezler. Oksitleri çoğunlukla asit oksittir.
	Pozitif iyon haline geçerler.	Negatif iyon haline geçerler.

Cetvelde genel özellikler açıklanmıştır. Fakat bütün metallerin aynı özellikleri göstereceğini sanmak yanlış olur. Örnek olarak kalsiyum tel

ve levha haline gelmez. Çinko ve kurşun çekilince kolaylıkla koparlar. Kurşunun ısı iletkenliği azdır, bir ucundan tutularak diğer ucu ergitilebilir. Metallerin ergime sıcaklıkları birbirine benzemez; civa adi sıcaklıkta sıvıdır.

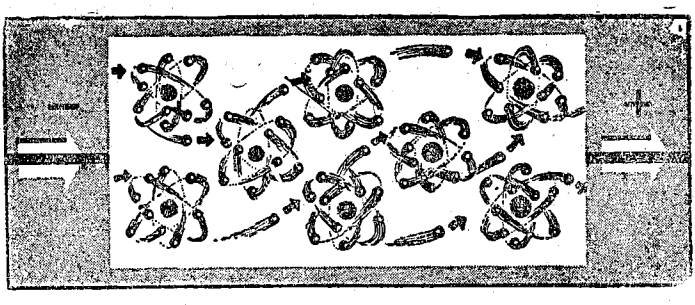
Metallerin çoğuna etkiyen, sulu H_2SO_4, Cu, Hg, Ag ve soy metallere etkimez. Metallerin hepsi bazik oksit vermez; ZnO, Al_2O_3, Cr_2O_3 amfoter, CrO_3 asit oksittir vb.

Metal Özellikleri Neye Dayanır?

Metallerin özellikleri, periyodik sistem bölümünde incelendiği gibi metal atomlarının elektron vermelerinden ileri gelir.

$$Zn \longrightarrow Zn^{+2} + 2e$$

Metalleri ametallerden ayıran en önemli özellik budur. Metal atomları bileşik yaparken elektron vererek pozitif iyonlara dönüşürler. Metaller katı halde kristal yapılı maddelerdir. Bu kristallerde metal katyonları dizilmiş ve bunları kolaylıkla verilebilen elektronlar (değer elektronları) sarmıştır (Şekil: 41/A).



Şekil: 41/A — Metal katyonları kolay verilebilen elektronlar tarafından sarılmıştır.

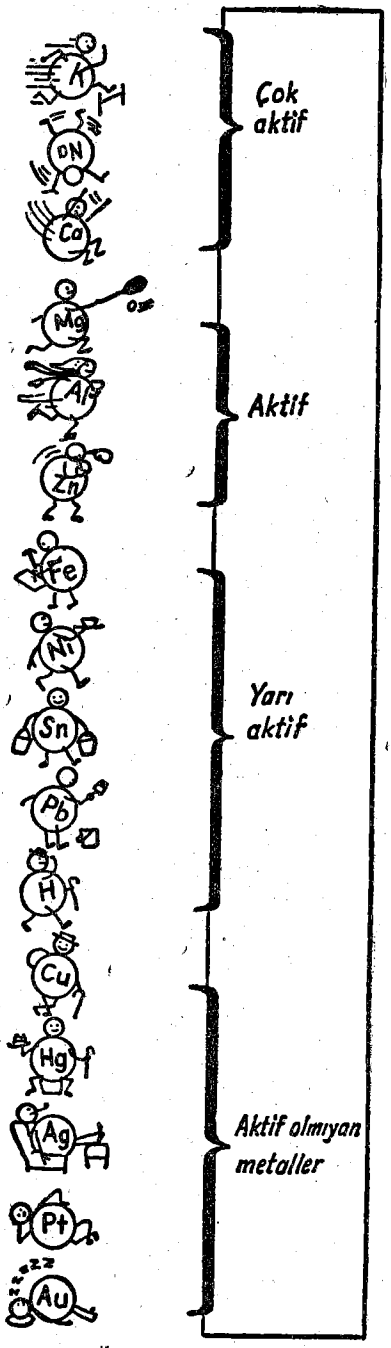
2 — METALLERİN AKTİFLİK SIRASI:

Aktiflik Nedir?

DENEY: 3 — Seyreltik HCl koyduğunuz 5 tübe ayrı ayrı Mg, Al, Zn, Fe, Cu parçaları atınız. Reaksiyon hızları ve şiddeti magnezyumdan demire doğru azalır. HCl bakıra etkimez. (Na, K, Ca metallerini asit içine atmayınız, çok tehlikeli patlamalar olabilir).

DENEY: 4 — Büyük bir beherglasa koyduğunuz suya mercimek büyüklüğünde kesilmiş K, Na, Ca, Mg, Al, Zn parçaları atınız, reaksiyon hızı ve şiddeti K, Na, Ca sırasında azalır; Mg, Al, Zn suya adi sıcaklıkta etkimez.

Deney 3 ve 4'te incelenen metallerin HCl ve suyla birleşme yatkınlığı (eğilimi) K, Na, Ca, Mg, Al, Zn, Fe, Cu sırasında azalır. Mg, Zn, Fe ancak



Şekil: 42 — Metallerin aktifliği birbirine benzemez.

kızdırılınca su buharıyle birleşir, Cu su ve HCl ile birleşmez. Bu metallerin başka asitler ve O_2. Cl_2 vb. maddelerle birleşme yatkınlığı aynı yönde azalır. Örnek olarak havada çabuk oksitlenen K, Na, Ca metalleri gazyağı içinde saklanır. Fe paslanarak parça parça dökülür. Mg, Al, Zn demirden daha çabuk oksitlenirse de oksitleri ince bir zar gibi metali sarar ve (koruyucu oksit) oksitlenme yüzeyde durur. Cu yüksek sıcaklıkta ve güçlükle oksitlenir. **K, Na, Ca, Mg, Al, Zn gibi bileşik yapma yatkınlığı büyük olan metallere aktif metaller denir. Aktiflik elektron verme yatkınlığıyle el ele gider.** Bu yatkınlık metalden metale değişir. En kolay elektron veren metal en aktif metaldir (Şekil: 42).

Metallerin aktifliği periyodik sistemde sağdan sola ve yukarıdan aşağıya doğru artar (Şekil: 39).

Sol alt uçtaki Fr (frankiyum) metallerin en aktifidir.

Aktif bir metal kendisinden daha az aktif metal iyonuna veya H^+ na elektron vererek bunları serbest element atomlarına indirgeyebilir (aktiflik cetveline bakınız).

$$3Na + Al^{+3} \longrightarrow 3Na^+ + Al$$

Örnek:

$$3Na + AlCl_3 \longrightarrow 3NaCl + Al$$

$$Zn + 2H^+ \longrightarrow Zn^{+2} + H_2$$

Örnek:

$$Zn + 2HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2$$

$$Fe + Cu^{+2} \longrightarrow Fe^{+2} + Cu^0$$

$$Cu + 2Ag^+ \longrightarrow Cu^{+2} + 2Ag^0 \text{ vb.}$$

Şekilde görülen metallerin aktifliği yukardan aşağı doğru azalır. Bunlar içinde en aktif metal K (potasyum), en soy metal ile Au (altın) metalidir.

DENEY : 5 — a) Kurşun asetat eriyiğine çinko parçaları atınız. Parlak kurşun kristalleri toplanır.

b) Cu parçalarını $AgNO_3$ eriyiğine batırınız. İğne şeklinde parlak gümüş kristalleri ayrılır.

c) Seyreltik $CuSO_4$ eriyiğine çivi veya demir tel batırınız. Bir süre sonra bakır ayrılır.

d) Cu parçalarını $Hg(NO_3)_2$ eriyiğine batırınız. Bakır, beyaz, parlak bakır malgamasıyle kaplanır. Denklemleri yazınız.

Aktiflik Nasıl Ölçülür?

Kolay elektron veren (aktif) metaller bu elektronları güçlükle geri alırlar. Bu yüzden metallerin yaptığı bileşiklerin sağlamlığı aktifliklerıyle orantılıdır. Metal bileşiklerini elektrolizle ayrıştırmak için, metallerin aktifliği oranında, büyük elektrik gücü harcamak gerekir. Katotta, metal iyonlarını indirgeyerek, metalleri ayırmak için uygulanan ve ayırma gerilimi adını alan gerilim, harcanan elektrik gücüyle doğru orantılıdır. Buna dayanarak, **bir metalin aktiflik derecesi ayırma gerilimiyle ölçülür.**

Metallerin Aktiflik Sırası ve Toplu Özellikleri

Aktiflik	Metaller	Suyun etkisi	HCl etkisi	C un oksitlere etkisi
Aktiflik Artar	K Na Ca	Çok şiddetli Şiddetli Yavaş	Çok şiddetli ve tehlikeli	İndirgemez. Elektrolizle indirgenirler
	Mg Al Zn Fe	Kızgın metal üzerine Su buharı	Azalan Şiddetle etkir	İndirger
	Sn Pb			
	H			
	Cu Hg Ag Pt Au	Etkimez	Etkimez	Oksitleri ısıtmakla ayrışır

3 — METALLERİN TABİATTA BULUNUŞU VE ELDE EDİLİŞİ :

Metallerin Tabiatta Bulunuşu:

Çok zor elektron vererek güçlükle bileşik yaptıkları için **soy metaller** adını alan Au, Pt vb. tabiatta serbest(element) halde bulunur, Cu. Hg ve Ag gibi **yarı soy** metallere de serbest halde az miktarda rastla-

nır. Diğer metallerin sadece oksit, karbonat, silikat, sülfür, sulfat, halojenür gibi bileşikleri vardır. Tabiatta bulunan ve büyük çoğunluğu kristal yapılı olan metal, ametal ve bunların bileşiklerine **mineral** adı verilir.

Her mineralin özel adı vardır. Metal üretimine yarayan mineraller **gang** denilen yabancı minerallerle karışmıştır. Faydalı (ana) mineral oranı uygun ve metal elde edilince kâr sağlayan mineraller karışımına **filiz** veya **cevher** denir.

Filiz=Ana mineral+Yabancı mineraller (gang)

Örnek: İçindeki demir oranı %35'ten az olan mineraller karışımı, ekonomik değeri olmadığı için, «filiz» sayılmaz.

Metallerin Elde Edilmesi Metalürji:

Metallerin elde ediliş yöntemleri de aktifliklerine bağlıdır. K, Na, Ca, Mg, Al gibi aktif metaller ancak ergimiş bileşiklerinin elektrolizi̇yle elde edilebilir. Karbon ve hidrojen bu metallerin bileşiklerini indirgeyemez. Aktiflikleri daha az metallerin oksitleri C ya da CO ile indirgenerek metaller açığa çıkarılır. Oksitler kolay indirgenirler, bu yüzden diğer bileşikler oksitlere çevrilerek indirgenir. Karbonatlar ısıtılır, sülfürler hava akımı içinde kızdırılarak oksitlere çevrilir. Bu işlemlere **kavurma** denir.

Basit kavurma: $MeCO_3 \longrightarrow MeO + CO_2$ (Metal karbonat)

Oksitleyici kavurma: $MeS + 3/2O_2 \longrightarrow MeO + SO_2$ (Metal sülfür)

İndirgeme: $2MeO + C \longrightarrow 2Me + CO_2$

$MeO + CO \longrightarrow Me + CO_2$

Bu işlemlerden sonra, elde edilen metaller saflaştırılır ve istenirse çeşitli alaşımlar elde edilir.

Metalürji: Filizlerden metalleri çıkaran, arıtan, alaşımları elde eden, metal ve alaşımları işleyen kimya endüstrisi dalına **metalürji** denir. Metalurji işlemlerinin en önemlileri, 1. Filizlerin zenginleştirilmesi, 2. Kavrulması, 3. İndirgenmesi, 4. Metallerin saflaştırılması, 5. Alaşımların yapılması, 6. Metal ve alaşımların işlenmesidir.

4 — ALAŞIMLAR:

Alaşım Nedir?

Aralarında elektron alışverişi olmadığı için metaller birbiriyle birleşemez Fakat ergitildikleri zaman her oranda karışırlar. Sıvı ve homojen metal karışımları soğutulursa katılaşarak alaşımlar oluşur.

Alaşımlar metallerin birbiri içinde erimesiyle oluşan katı karışımlardır. C, Si, P gibi ametaller de sıvı metallerde erirler ve bazı alaşımların yapısına girerler.

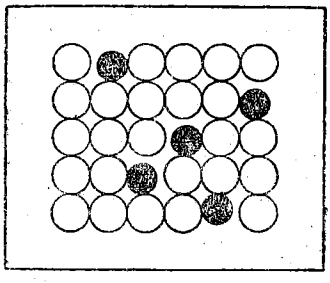
Alaşımlar Kaç Çeşittir?

Sıvı ve homojen metal karışımları (eriyik) katılaşarak kristalleşince üç çeşit alaşım ortaya çıkar:

1. Au-Ag alaşımlarında olduğu gibi metallerin atomları aynı kristal içinde birbirinin yerini alabilir (Şekil: 43). **Katı eriyik adını alan bu alaşımlar homojendir.**

2. Zn_5Au_8, Na_3Hg (sodyum malgaması) örneklerinde olduğu gibi metallerin atomları belli sayı oranlarında bir araya gelerek ortak kristaller yaparlar. Atomlar arasında elektron alışverişi olmadığı için bunlar bileşik değildir. Bir cins kristallerden yapılmış bu alaşımlar da homojendir.

3. Sn-Pb (lehim) örneğinde olduğu gibi her metalin kendi kristalleri ayrılır. Bu alaşımlar heterojendir.



Şekil: 43 — Au-Ag alaşımında atomlar kristal içinde birbirinin yerini alabilir.

Alaşımların Elde Edilişi ve Özellikleri:

Alaşımlar ya metaller birlikte ergitilerek, ya da ergimiş metalin içine diğer metal azar azar atılarak elde edilir.

Alaşımlar parlaklık, iletkenlik vb. özellikleriyle metallere benzerler. Fakat genellikle içindeki metallerden, a) Daha serttirler, b) Daha kolay ergir (lehim), c) Döküme daha elverişlidir, d) Daha güç tel ve levha haline gelirler, e) İletkenlikleri daha azdır, f) Kimyasal değişmelere karşı daha dayanıklıdır, daha güç paslanır.

Bazı Önemli Alaşımlar:

Kullandığımız metal eşyanın büyük çoğunluğu saf metal değil, alaşımdır. Alaşım yapılırken saf metalden daha kullanışlı bir madde elde etme amacı güdülür. Çelik demirden daha sert, daha esnek ve dayanıklıdır. Lehim kalay ve kurşundan daha kolay ergir. Alüminyum alaşımları saf metalden daha sert ve sağlamdır.

Kullanış amacına göre her gün bir yenisi ortaya çıkan alaşımların sayısı 6.000'i aşmıştır. Aşağıdaki tabloda bunlardan bazı örnekler verilmiştir:

Bazı Önemli Alaşımlar

Adı	% oranları	Özelliği	Kullanılışı
Tunç	65 Cu, 35 Sn	Sert, kolay dökülür	Çan, heykel, ev eşyası
Pirinç	75 Cu, 25 Zn	Parlak, paslanmaz	Yapı gereçleri, süs eşyası
Lehim	60-40 Sn, 40-60 Pb	Kolay ergir	Lehim işleri
Düralümin	94 Al, 4 Cu, 0,5 Mg, 0,5 Mn, 1 Si	Sert ve dayanıklı	Mutfak eşyası, uçak
Nikrom	60 Ni, 40 Cr	Direnci büyük	Elektrik ocağı, fırın
Paslanmaz çelik	73 Fe, 18 Cr, 8 Ni, 1 C	Paslanmaz	Ameliyat aletleri, mutfak eşyası
Krom çeliği	98 Fe, 1 Cr, 1 C	Sert, sağlam, esnek	Yaylar, doğrama takımları
Monel metal	60 Ni, 34 Cu, 6 Fe	Sert, aside dayanıklı	Asit tankları, basınçlı buhar boruları
Wood metali	50 Bi, 25 Pb, 12.5 Sn, 12.5 Cd	70°C de ergir	Elektrik sigortaları

ÖĞRENDİKLERİMİZİN ÖZÜ

- **Metaller parlaktır, iletkendir, tel ve levha haline gelir, elektron verirler. Ametaller bu özellikleri göstermez.**
- **Metallerin aktifliği elektron verme yatkınlığına paralel olarak artar.**
- **Aktif metaller tabiatta daima bileşik halde bulunurlar.**
- **Metal bileşiklerinin indirgenmesi metallerin aktifliği oranında güçleşir.**
- **Alaşımlar metallerin birbiri içinde erimesiyle oluşan katı karışımlardır.**
- **Alaşımlar içindeki metallerden daha sert, döküme daha elverişli ve kimyasal etkenlere daha dayanıklıdır.**

DÜŞÜNÜNÜZ, ARAŞTIRINIZ, CEVAPLANDIRINIZ :

1. Gri renkli iki tozdan hangisinin Zn, hangisinin Si olduğunu anlamak için yararlanacağınız iki kimyasal reaksiyon açıklayınız.
2. Al ve S örneklerini alarak metalleri ametallerden ayıran üç fiziksel ve üç kimyasal özellik söyleyiniz.

3. İletken olan C (grafit), pozitif iyon veren H_2 metal değildir. Bu yargıyı destekleyen ikişer özellik belirtiniz.
4. Ag, Al, K, P, I_2 elementlerinden hangileri parlak, hangileri iletken, hangileri tel ve levha haline gelebilir?
5. Mg, Fe, Cu, S elementlerinden hangilerine HCl etkir? Hangileri asit oksit, hangileri bazık oksit verirler? Denklemlerle gösteriniz.
6. Fe in Cu dan, Cu ın Ag den daha aktif olduğunu hangi deneylerle anlayabilirsiniz? Denklemlerle gösteriniz.
7. Cu, Mg, Ag, Na metallerinin hangilerine soğuk su, hangilerine kızgın su buharı, hangilerine HCl etkir? Hangilerinin oksidi ısıtılınca ayrışır? Hangileri Zn ile indirgenebilir? Denklemleri yazınız ve bu metalleri aktifliklerine göre sıraya diziniz.
8. Grafit elektrotlarla $NaCl\text{-}CuCl_2\text{-}HgCl_2$ karışımının sudaki eriyiğinin elektrolizinde katotta elementlerin ayrılış sırasını ve denklemlerini yazınız.
9. CaO, FeO, CuO, HgO, Au_2O maddelerinin hangileri CO ile indirgenebilir? Hangileri ısıtılınca ayrışır? Denklemlerle gösteriniz.
10. Aktiflik, mineral, filiz, metallurji, alaşım nedir? Kısaca açıklayınız.
11. Alaşımlar nasıl elde edilir? Alaşımların metallerden daha iyi ve daha kötü olan özelliklerine ikişer örnek veriniz.
12. Kızdırılmış 24,1 gr. $PbO + FeO$ karışımı H_2 geçirilerek indirgenirse 2,25 gr. H_2O oluşuyor. Elde edilen Fe ve Pb miktarlarını bulunuz.
(Cevap: 1,40 gr. Fe, 20,7 gr. Pb).
13. Al-Mg alaşımının 3 gramı HCl ile normal şartlarda 3,64 litre H_2 veriyor. Alaşımdaki metal yüzdeleri nedir? Reaksiyon sonunda kaçar gram $MgCl_2$ ve $AlCl_3$ oluşur?
(Cevap: %10 Mg, %90 Al; 1,175 gr. $MgCl_2$, 13,35 gr. $AlCl_3$).

BÖLÜM: VII

ALKALİ METALLER: SODYUM, POTASYUM

ANA ÇİZGİLER:

- **Alkali metallere genel bakış.**
- **Sodyum, bulunuşu, elde edilişi, özellikleri.**
- **Sodyum hidroksit, soda, diğer bileşikler.**
- **Potasyum, bulunuşu, elde edilişi, özellikleri.**

1 — ALKALİ METALLERE GENEL BAKIŞ:

Periyodik sistemin I.A grubunda bulunan Li (lityum), Na, K, Rb (rubidyum), Cs (sezyum) ile yapay ve radyoaktif Fr (frankiyum) metallerine **alkali metaller** denir. Alkali baz demektir. Bu metallerin hidroksitleri kuvvetli bazlardır.

Alkali metaller, 1. Hafif ve yumuşaktır, 2. Tuzları bunzen alevinde renkli ışık yayarlar (Li kırmızı, Na sarı, K menekşe ışık verir), 3. Hepsi +1 değer alır (niçin?), 4. Grup olarak bütün metal gruplarının en aktifidirler (bu metalleri çok dikkatle kullanmalıdır), 5. Bütün bileşikleri suda erirler, 6. Oksitleri suyla şiddetle birleşir, 7. Grup içinde atomnumarası arttıkça, yukarıdan aşağıya doğru e.n. ları düşer, aktiflik ve hidroksitlerin bazlık kuvveti artar.

Alkali Metallerin Bazı Özellikleri

Adı:	Lityum	Sodyum	Potasyum	Rubidyum	Sezyum
Sembol:	Li	Na	K	Rb	Cs
Atomnumarası	3	11	19	37	55
Atom tartısı	6,9	23	39	86	133
Elektron düzeni	2.1	2.8.1	2.8.8.1	2.8.18.8.1	2.8.18.18.8.1
e.n. °C	186	98	63	39	28
k.n. °C	1336	880	760	700	670
Yoğunluk gr./cm³	0,53	0,97	0,86	1,52	1,87

SODYUM

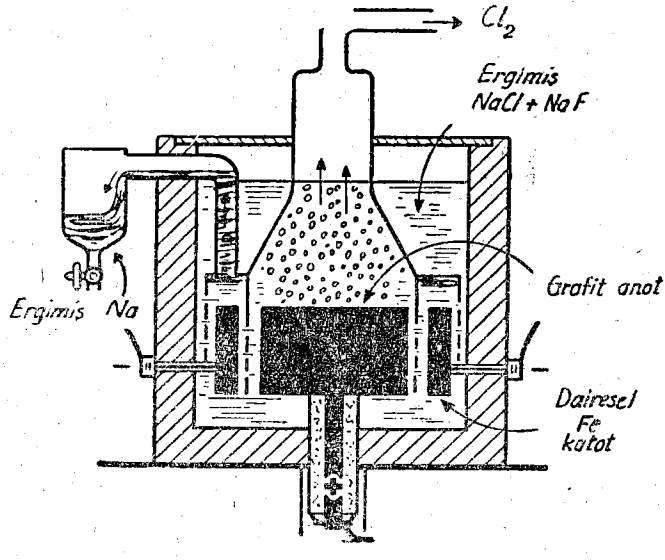
2 — BULUNUŞU VE ELDE EDİLİŞİ :

Bulunuşu:

Deniz suyunda ortalama %2,5 NaCl bulunur, bu tüm tuzların 3/4'üdür. Yerkabuğundan çıkarılan NaCl **kaya tuzu** adını alır. Ham Şili güherçilesinin 3/4'ü $NaNO_3$ tür. $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ **(boraks)** ve **sodyum silikatlar** önemli sodyum mineralleridir.

Elde Edilişi:

Endüstride sodyum eskiden başlıca ergimiş NaOH ın elektroliziyle elde edilirdi. NaOH, NaCl den elde edildiği için bugün doğrudan doğruya ergimiş NaCl **Down** aygıtında (Şekil: 44) elektroliz edilir. Anot



Şekil: 44 — **Down yöntemiyle ergimiş NaCl den sodyum elde edilmesi.**

grafittir. Çember şeklinde yapılmış demir katot anodu çevreler. NaCl un ergime sıcaklığını düşürmek amacıyle içine biraz NaF karıştırılır. Na^+ iyonları katoda, Cl^- iyonları anoda gider. Katotta ayrılan sıvı Na un yoğunluğu elektrolitten az olduğu için yüzeyde toplanır ve bir boruyle dışarı akıtılır. Anotta Cl_2 gazı çıkar.

Katot: $2Na^+ + 2e \longrightarrow 2Na^0$

Anot: $2Cl^- - 2e \longrightarrow Cl_2$

3 — ÖZELLİKLERİ VE KULLANILIŞI:

Fiziksel Özellikleri:

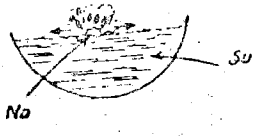
Sodyum yumuşak ve hafif bir metaldir. Kolayca ergir ve kaynar. Taze kesildiğinde parlaktır, havada donuk bir renk alır. Fluoressan lambalara doldurulmuş sodyum buharı ve bunzen alevinde ısıtılmış sodyum tuzları koyu sarı ışık yayar.

Kimyasal Özellikleri:

Sodyum çok aktiftir ve güçlü bir indirgendir. Sodyumla çalışırken dikkatli olmalı, gözlük takmalı, elle dokunulmamalıdır, mercimek tanesinden daha büyük parçalar kullanılmamalıdır. Taze kesilmiş sodyum parçası havanın nemiyle NaOH a, bu da Na_2CO_3 a dönüşür. Bu nedenle gazyağı içinde saklanır.

$$2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2$$
$$2NaOH + CO_2 \longrightarrow Na_2CO_3 + H_2O$$

DENEY: 1 — a) Mercimek büyüklüğünde sodyum parçasını, büyük bir beherde veya kapsülde su üstünde yüzen süzgeç kâğıdı parçası üzerine koyunuz. Sodyum suya şiddetle etkir, çıkan H_2 tutuşur (Şekil: 45). Kaba fenol ftalein damlatınız, rengi kırmızı olur (niçin?).



Şekil: 45 — Sodyum suya şiddetle etkir.

b) Mercimek büyüklüğünde sodyum parçasını fosfor kaşığında ısıtınız. Önce ergir, sonra koyu sarı ve parlak alevle yanar, Na_2O_2 (sodyum peroksit) oluşur.

$$2Na + O_2 \longrightarrow Na_2O_2$$

Isıtılmış sodyum NH_3 gazıyle birleşir, aktifliği daha az metalleri indirger.

$$2Na + 2NH_3 \longrightarrow \underset{\text{Sodyum amid}}{2NaNH_2} + H_2$$

$$3Na + AlCl_3 \longrightarrow 3NaCl + Al$$

Sodyum civa içinde eriyerek sodyum malgaması yapar, bu da sodyum gibi suya etkir, indirgendir.

Kullanılışı:

Sodyumdan Na_2O_2, NaCN (sodyum siyanür), Na_4Pb gibi bileşikler yapılır. Na_4Pb den motor yakıtlarında tepmeyi önleyen tetraetil kurşun elde edilir. Nükleer reaktörlerin verdiği ısı sıvı sodyumla alınır. Sodyum buharlı fluoresan lambalarla büyük şehirler aydınlatılır. Sodyum malgaması organik reaksiyonlarda indirgen olarak kullanılır.

SODYUM HİDROKSİT: NaOH

4 — ELDE EDİLİŞİ :

Soda-Kireç Yöntemi:

Eskiden NaOH, derişik Na_2CO_3 eriyiğiyle $Ca(OH)_2$ in (kireç sütü) kaynatılmasıyle elde edilirdi.

$$Na_2CO_3 + Ca(OH)_2 \longrightarrow 2NaOH + CaCO_3$$

Çöken $CaCO_3$ tan süzülerek kurtarılan NaOH eriyiği, aşağıda açıklanan şekilde, katı NaOH a çevrilir.

Elektroliz Yöntemi:

Bugün NaOH, NaCl eriyiğinin elektroliziyle elde edilir. Katotta H, çıkar ve NaOH eriyiği toplanır; anotta Cl_2 ayrılır.

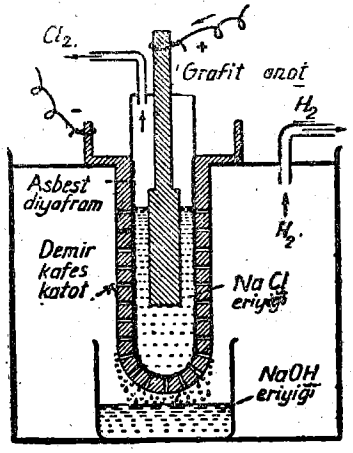
DENEY : 2 — Bir U borusuna NaCl eriyiği koyarak fenol ftalein damlatınız. İki grafit çubuğu eriyiğe daldırarak akümülatöre bağlayınız. Bir süre sonra katottaki eriyik kırmızılaşır; anotta Cl_2 kokusu duyulur.

Katot: $2Na^+ + 2H_2O + 2e \longrightarrow H_2 + 2NaOH$

Anot: $2Cl^- - 2e \longrightarrow Cl_2$

Elektrolizde OH^- iyonları anoda giderse Cl^- iyonları ClO_3^- (klorat) a kadar yükseltgenir ve NaOH yerine $NaClO_3$ ele geçer. Bunu önlemek için ya Nelson aygıtında olduğu gibi anotla katot arasına OH^- iyonlarını geçirmeyen bir diyafram konur, ya da Kellner-Solvay amlagam yöntemi kullanılır.

Nelson aygıtı (Şekil: 46): Grafit anotla demir katot Na^+, Cl^- iyonlarını geçiren, fakat OH^- iyonlarını geçirmeyen yarı geçirgen bir diyaframla ayrılır. NaCl eriyiği silindirik diyaframın içine konmuştur. Bunu da kafes şeklindeki demir katot sarar. Katotta oluşan NaOH eriyiği diyaframın dışından aşağı sızar.

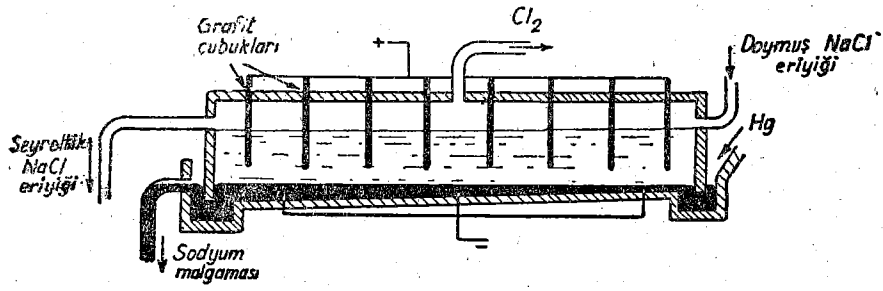


Şekil: 46 — Nelson aygıtında NaCl eriyiğinin elektrolizi ve NaOH elde edilmesi.

Kellner-Solvay malgama yöntemi (Şekil: 47): Katot civadır. NaCl ile Hg aynı yönde yavaş yavaş akıtılır. Elektrolizde civa üzerinde H_2 ayrılmaz, bunun yerine Na malgaması oluşur.

$$2Na^+ + Hg + 2e \longrightarrow Na_2Hg$$

(Sodyum amalgam)



Şekil: 47 — Kellner-Sovay aygıtı. Amalgam yöntemiyle NaCl eriyiğinin elektrolizi.

Dışarı alınan Na malgaması başka bir yerde suyla birleştirilir.

$$Na_2Hg + 2H_2O \longrightarrow H_2 + 2NaOH + Hg$$

Hg tekrar elektroliz kabına gönderilir. Her iki yöntemde ele geçen NaOH eriyiği önce vakumda, sonra açık demir kazanlarda buharlaştırılır. Su uçar, geriye ergimiş NaOH kalır; kalıplara dökülerek katılaştırılır.

İzmit Klor Alkali Fabrikası (Okuma parçası):

SEKA işletmesine bağlı fabrika 1944 yılında kurulmuştur. 1965 yılına kadar eski tip, yatay diyaframlı Billeter elektroliz aygıtlarıyle NaCl eriyiği elektroliz edilirdi. 1965'te bunlar sökülmüş, yerine amalgam yöntemiyle çalışan aygıtlar konmuştur. Fabrika sudkostik, sıvı klor, hidrojen, hidroklorik asit, sodyum hipoklorit üretir. Fabrikanın üretim gücü yıllık 2100 ton NaOH ve 1800 ton Cl_2 dur.

Üretim Tablosu

Ürünler	1970	1971	1972
Sudkostik	4110 ton	4224 ton	4289 ton
Klor gazı	3547 »	3749 »	3805 »
Sıvı klor	1760 »	1330 »	1765 »
Tuz ruhu	3353 »	3188 »	3181 »
Kireç kaymağı	1641 »	1446 »	1518 »
Hipoklorit	14720 »	16348 »	14590 »

5 — NaOH IN ÖZELLİKLERİ VE KULLANILIŞI:

Özellikleri:

NaOH yarı saydam kristallerden yapılmıştır (e.n. 318°C). Suda çok ve ısınarak erir; katı NaOH havadan nem çekerek sulanır. Deriye dokunursa suyunu çekerek yakar. (Elle dokunmayınız). Bu nedenle katı NaOH a **sudkostik** (yakıcı sud) denir. Sulu eriyiği parmaklar arasında

kaygan bir his bırakır. Derişik olursa deriyi parçalar. Çok kuvvetli bir bazdır. Yün, ipek vb. proteinleri parçalayarak eritir. Havadan nemle beraber CO_2 de çeker.

$$2NaOH + CO_2 \longrightarrow Na_2CO_3 + H_2O$$
$$NaOH + CO_2 \longrightarrow NaHCO_3$$

Başka asit oksitlerle de birleşir. Zn, Al gibi amfoter metallere etkir. Cl_2 ve Br_2 ile birleşir (bkz. Kimya, Lise I).

Kullanılışı:

NaOH endüstride sudkostik adı altında geniş ölçüde kullanılır. Özellikle sabun, kâğıt. selüloz, viskoz ipeği, sentetik boya. alüminyum, petrol rafinerisi ve petro-kimya endüstrileri bol miktarda NaOH tüketir.

SODYUM KARBONAT (SODA): Na_2CO_3

6 — ELDE EDİLİŞİ:

Soda Van gölünde, Afrika, Asya ve Amerika'da bazı göllerde bulunur. Endüstride NaCl ve $CaCO_3$ ilkel maddelerinden elde edilir.

Leblanc yöntemi: Ekonomik olmadığından artık uygulanmayan bu yöntem ergimiş $Na_2S + CaCO_3$ karışımından Na_2CO_3 oluşumuna dayanır. Na_2S ise NaCl den elde edilir. Önce NaCl derişik H_2SO_4 ile ısıtılır.

$$2NaCl + H_2SO_4 \text{ (derişik)} \longrightarrow Na_2SO_4 + 2HCl$$

Sonra $Na_2SO_4 + Kok + CaCO_3$ karışımı döner fırınlarda ergitilir. Birbiri ardından aşağıdaki reaksiyonlar olur:

$$Na_2SO_4 + 2C \longrightarrow Na_2S + 2CO_2$$
$$Na_2S + CaCO_3 \longrightarrow Na_2CO_3 + CaS$$

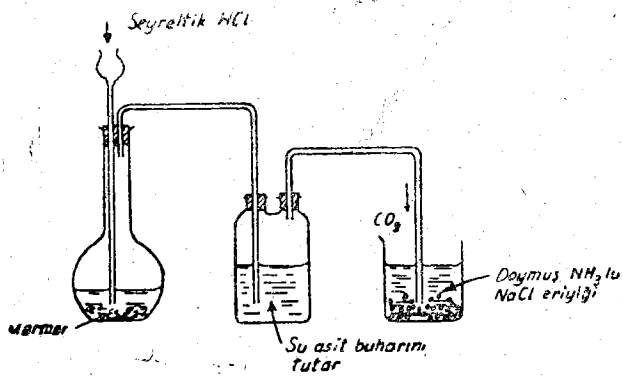
Ergimiş karışım soğutulur. az suyla karıştırılır. Eriyen Na_2CO_3 süzülerek alınır. CaS geriye kalır.

Çok yakıt harcayan bu yöntem pahalıdır ve binlerce ton HCl ile CaS ün harcanması güç olmuştur. Bunun için yerini Solvay yöntemine bırakmıştır.

Solvay yöntemi: $NaHCO_3$ ün erirliği NH_4HCO_3 ten daha azdır ve doymuş NaCl ile NH_4HCO_3 karışımından erirliği daha az olan $NaHCO_3$ çöker:

$$NaCl + NH_4HCO_3 \longrightarrow NH_4Cl + NaHCO_3$$

DENEY : 2 — %33'lük derişik NH_3 eriyiğine bol miktarda NaCl koyunuz, 1-2 gün bekleyiniz. Elde ettiğiniz doymuş eriyiğin içinden CO_2 geçiriniz. $NaHCO_3$ kristalleri ayrılır)Şekil: 48).



Şekil: 48 — Doymuş NH_3-NaCl karışımından CO_2 geçirilerek $NaHCO_3$ çöktürülür.

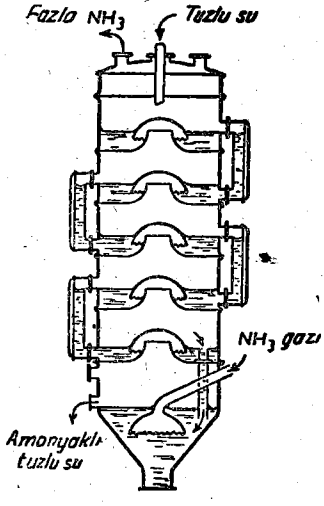
Endüstride **önce** doymuş NaCl **eriyiği,** NH_3 gazıyle **doyurulur** (Şekil: **49**). **Sonra** karbonatlaştırma **kulesinde** yukarıdan **akıtılır.** Kulenin altından gönderilen CO_2 ile karışır (Şekil: 49/A) ve $NaHCO_3$ çöker.

1. $NaCl + NH_3 + CO_2 + H_2O \longrightarrow NaHCO_3 + NH_4Cl$

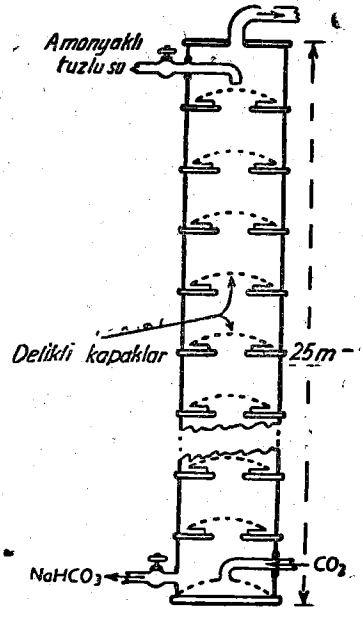
Kulenin altında toplanan $NaHCO_3$ kalsine edilir (ısıtılır).

2. $2NaHCO_3 \longrightarrow Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$

Kulede kalan NH_4Cl eriyiği, modern fabrikalarda yakıttan **kazanmak**



Şekil: 49 — Tuzlu suyu amonyakla doyurma kulesi.



Şekil: 49/A — Karbonlaştırma kulesi.

için, doğrudan doğruya CaO ile karıştırılır. CaO ve CO_2 kireç fırınlarında $CaCO_3$ (kireç taşı) dan elde edilir.

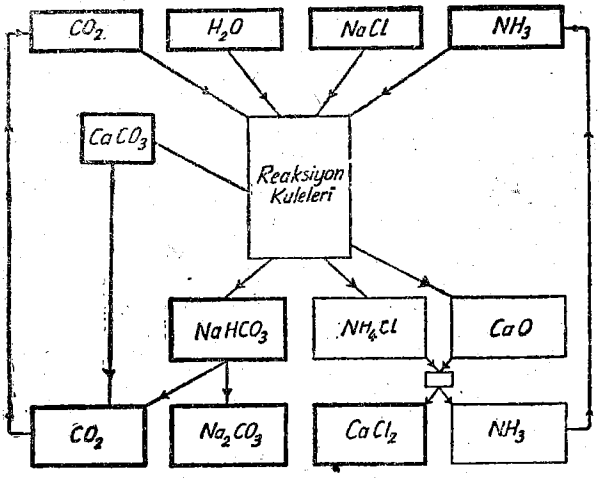
3. $2NH_4Cl + CaO \longrightarrow 2NH_3 + CaCl_2 + H_2O$
4. $CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$

1 denklemini 2 ile çarpıp 2. 3, 4 denklemleriyle toplarsak

$2NaCl + CaCO_3 \longrightarrow Na_2CO_3 + CaCl_2$ bulunur.

Görüldüğü gibi NH_3 kaybolmaz (Şekil: 49/B) Bu yöntemde daha az yakıt harcanır ve yan ürünler kullanılır.

Elektrolitik yöntem: Ucuz elektrik enerjisi üreten ülkeler NaCl den elektrolizle NaOH, bundan da CO_2 geçirerek Na_2CO_3 veya $NaHCO_3$ elde ederler. (Denklemleri yazınız).



Şekil: 49/B — Solvay yönteminin şematik görünüşü.

7 — SODANIN ÖZELLİKLERİ VE KULLANILIŞI:

Özellikleri:

Solvay yönteminde beyaz toz şeklinde susuz Na_2CO_3 elde edilir (e.n. 851°C). Na_2CO_3 eriyiği 32°C nin altında kristalleştirilirse saydam $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ kristalleri (çamaşır sodası) ayrılır. Bu da havada kendiliğinden su kaybederek «çiçeklenir».

$$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O \longrightarrow Na_2CO_3 \cdot H_2O + 9H_2O$$

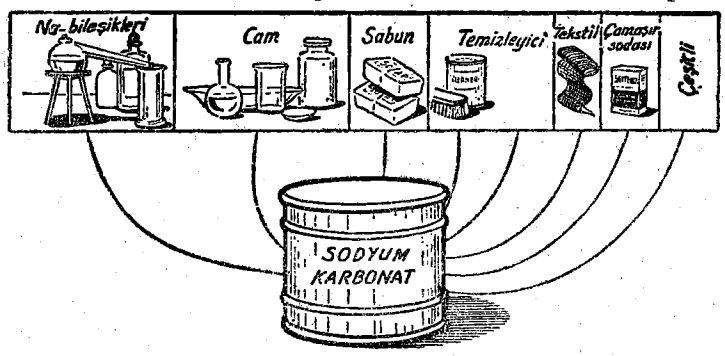
Bu nedenle soda çuvalları nemli olur. Çamaşır sodası ısıtılırsa suyu tamamen uçar ve Na_2CO_3 e dönüşür. Fakat Na_2CO_3 bozunmaz.

Soda suda kolaylıkla erir ve eriyik hidroliz sonucu bazik tepkime verir.

DENEY: 3 — Soda eriyiğine fenol ftalein damlatınız, rengi pembeleşir. Parmaklarda kaygan bir duygu bırakır.

$$Na_2CO_3 + 2HOH \rightleftarrows H_2CO_3 + 2Na^+ + 2OH^-$$

Soda zayıf asit H_2CO_3 ile kuvvetli baz NaOH ın yaptığı bir tuzdur. Suda eridiği zaman zayıf asit kökü olan CO_3^{-2} sudan H^+ alarak molekül



Şekil: 50 — Sodanın kullanılışı.

halde H_2CO_3 ayrılır. Geriye kalan OH^- iyonları baz tepkimesi gösterir. Bir tuzun, suyun H^+ veya OH^- iyonlarından birisi (ya da ikisi) ile birleşerek zayıf bir asit veya baz (ya da ikisini birden) meydana getirmesine **hidroliz** adı verilir. Hidroliz nötürleşme ile zıt yönlüdür.

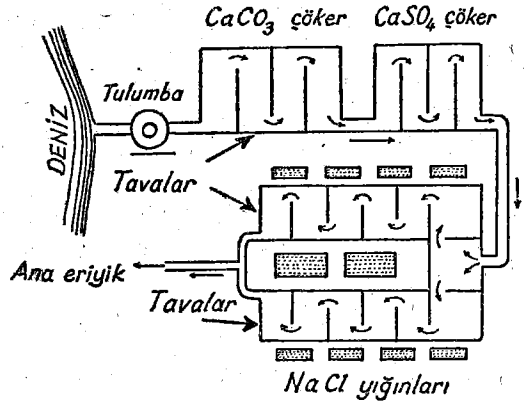
Soda bütün kuvvetli asitlerle CO_2 çıkışıyle birleşir:

$$Na_2CO_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + CO_2 + H_2O$$

Kullanılışı:

Endüstride H_2SO_4 den sonra en çok kullanılan madde sodadır. En fazla harcandığı yer cam endüstrisidir.

Ayrıca sodyum tuzlarının elde edilmesinde, suyun sertliğinin giderilmesinde (çamaşır yıkarken) ve kâğıt, tekstil, boya endüstrisinde bol miktarda kullanılır. Temizleme tozlarına karıştırılır, sabun yapılır (Şekil: 50).



Şekil: 51 — Tuzla şeması.

8 — BAŞKA ÖNEMLİ SODYUM BİLEŞİKLERİ:

Sodyum Klorür NaCl:

Denizlerde, bazı göllerde ve ayrıca yerkabuğunda **kayatuzu** kristalleri şeklinde bulunur. Tuzlalarda, deniz ve tuzlu göl sularının **tava** denen sığ havuzlarda (Şekil: 51) buharlaştırılmasıyle elde edilir. NaCl çöktükten sonra

tavalardan çıkan ana eriyikte Na^+, Mg^{+2}, SO_4^{-2}, Cl^-, Br^- iyonları bulunur. Bu eriyikten özellikle magnezyum ve brom elde edilebilir.

Kayatuzları kayalar kırılarak, ya da yeraltı tuzları suyla eritilerek çıkarılır.

Yurdumuzda Tuz Üretimi (Okuma parçası):

Yurdumuzda tuz üretimini Tekel yönetir. Yılda ortalama 500.000 ton olan üretimin çoğunu İzmir Çamaltı Tuzlası sağlar.

Çamaltı Tuzlasının Yıllık Üretimi

Yıllar	Üretim	Yıllar	Üretim
1967	425.166 ton	1970	259.063 ton
1968	305.162 »	1971	325.929 »
1969	345.699 »	1972	347.892 »

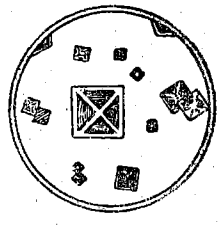
Geri kalanı Koçhisar gölünün Yavşan ve Kaldırım tuzlalarıyle Kırşehir, Çankırı, Sivas, Kars ve Güney-doğu Anadolu kayatuzu yataklarından elde edilir. Bunlar yurt içinde tüketilir.

Doğu illerindeki bazı kayatuzları, içinde bulunan demir bileşiklerinden ötürü koyu renklidir, bunlar hayvanlara verilir.

Tuzlalardan elde edilen ham tuzda $MgCl_2$ bulunduğundan nem çeker. Bundan sofra tuzu yapmak için ham tuz suda eritilir. Vakum kazanlarda suyu uçurulur. ince NaCl kristalleri ayrılır.

NaCl 801°C de ergiyen, küp şeklinde, renksiz, saydam kristallerden yapılmıştır.

DENEY : 4 — İçinde biraz derişik NaCl eriyiği bulunan bir saat camını içinde su kaynayan bir beherglasın üstüne koyunuz. Bir süre sonra ayrılan tuz kristallerini (Şekil: 51/A) büyüteçle inceleyiniz.

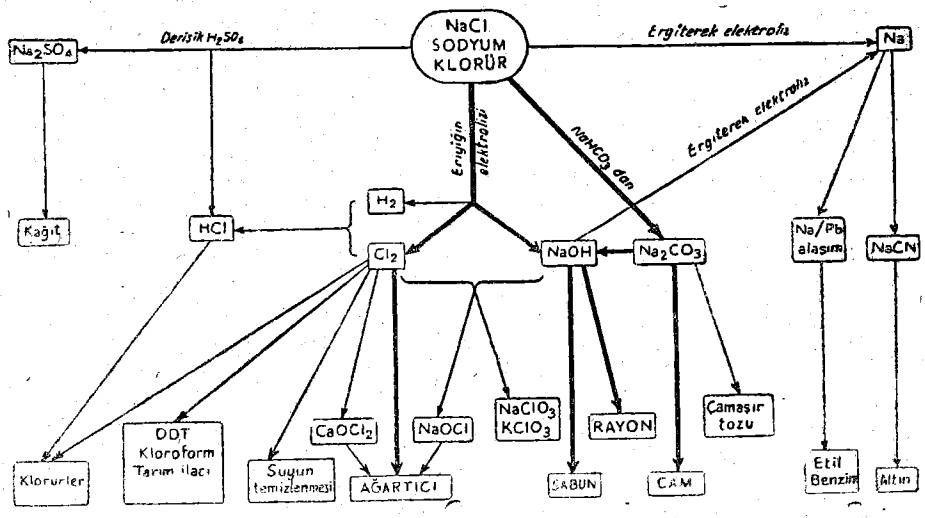


Şekil: 51/A — NaCl kristalleri.

20°C de 100 gr. suda 36 gr. NaCl erir, erirlik sıcaklıkla fazla değişmez. Sodyum klorür çok önemli bir maddedir. Besin olarak günde 20 gr. almak gerekir. Endüstri için kullanılan ilkel maddelerin başında gelir. İleri memleketlerde üretilen NaCl in 9/10'u endüstride kullanılır. NaCl den Na, Cl_2, sudkostik, soda, HCl, Na_2SO_4, hipoklorit ve klorat elde edilir. Besinlere lezzet vermede, besinlerin korunmasında (tuzlama), seramik eşyayı sırlamada kullanılır (Şekil: 51/B).

Sodyum Bikarbonat $NaHCO_3$:

Sodyum hidrokarbonat ve yemek sodası adıyle tanınır. Solvay yönteminde ilk ürün olarak ele geçer. Na_2CO_3 eriyiğinden CO_2 geçirilerek de elde edilebilir. Erirliği daha az olan $NaHCO_3$ çöker.



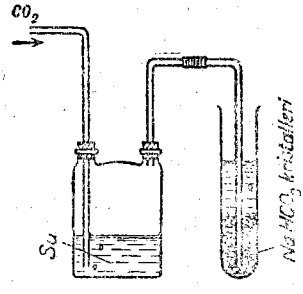
Şekil: 51/B — Sodyum klorürün kullanılışı.

$$Na_2CO_3 + + CO_2 + H_2O \longrightarrow 2NaHCO_3\downarrow$$

Sodyum bikarbonat suda az erir. Eriyik hafifçe baz tepkimesi gösterir. Isıtılınca bozunarak Na_2CO_3 a dönüşür.

DENEY : 5 — a) Sudan geçirerek HCl den arıttığınız CO_2 i doymuş soda eriyiğinden geçiriniz (Şekil: 52), $NaHCO_3$ kristalleri ayrılır.

b) Taze $NaHCO_3$ eriyiğine fenol ftalein damlatınız, renk değişmez. Kaynatınız, pembeleşir.



Şekil: 52 — Na_2CO_3 eriyiğinden $NaHCO_3$ elde edilmesi.

Pasta tozu ve mide ekşimelerinde ilâç olarak kullanılır. Yangın söndürme aygıtlarına konur.

Sodyum Nitrat (Şili Güherçilesi) $NaNO_3$:

Ham Şili güherçilesinde (caliche) %75 oranında $NaNO_3$ bulunur. Şili güherçilesi suda eritilip yoğunlaştırılırsa ince $NaNO_3$ kristalleri ayrılır. Endüstride NaOH eriyiğinden NO_2+hava karışımı geçirilerek elde edilir.

$$2NaOH + 2NO_2 + 1/2O_2 \longrightarrow 2NaNO_3 + H_2O$$

Renksiz, kristal yapılı, suda çok eriyen bir maddedir. 307°C de ergir, daha çok ısıtılırsa O_2 çıkararak bozunur.

DENEY : 6 — Tüp içine bir kaşık $NaNO_3$ üzerine kömür tozu koyunuz, ısıtınız, bir süre sonra çıkan oksijenin etkisiyle kömür tozu parlak ışık vererek yanar.

$$NaNO_3 \longrightarrow NaNO_2 + 1/2O_2$$

Sodyum nitrit

Sodyum nitrat KNO_3, HNO_3, $NaNO_2$ (sodyum nitrit) maddelerinin elde edilmesinde, ayrıca cam endüstrisinde ve gübre olarak kullanılır.

POTASYUM

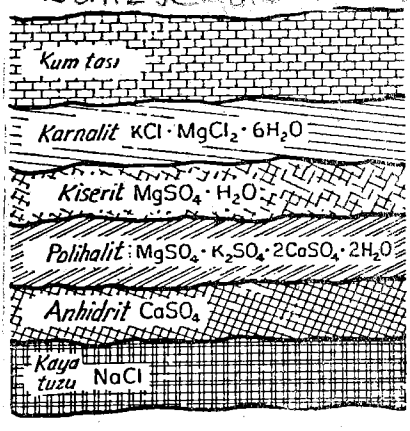
9 — GENEL BAKIŞ :

Bulunuşu:

Tabiatta serbest potasyum metali bulunmaz. Bileşikleri çoğunlukla sodyum bileşikleriyle yan yana bulunur.

Toprak kolloitleri potasyum bileşiklerini tuttuğu için deniz suyundaki oranı %0,5 kadardır. Deniz bitkilerinin küllerinde Na_2CO_3, kara bitkilerinin küllerinde K_2CO_3 vardır. Potasyum ve magnezyum tuzlarının erirliği sodyum tuzlarından fazla olduğu için, eski denizlerin kalıntısı kayatuzu yataklarında potasyum ve magnezyum tuzları üst katmanlarda yer alır (Şekil: 53).

Tabiatta bulunan önemli potasyum bileşikleri KCl silvin, $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ karnalit, $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$ kainittir.



Şekil: 53 — Stassfurt tuz yatakları

Elde Edilişi:

Potasyum da, sodyum gibi, ergimiş KOH veya KCl in elektroliziyle elde edilir. Kullanılan aygıtlar biraz değişik de olsa, elektrotlardaki reaksiyonlar aynen sodyumun elde edilmesinde olduğu gibi yürür.

Özellikleri:

Sodyumdan daha yumuşak, daha hafiftir. Peynir gibi kesilebilir. Daha düşük sıcaklıkta ergir ve kaynar. Taze kesilen parçanın yüzeyi parlaktır, havada sodyum gibi hidroksit ve karbonat katmanıyle örtülür ve

donuklaşır. Gazyağı içinde saklanır. Sodyumdan daha aktiftir. Bileşikleri bunzen alevinde menekşe renkli ışık verir.

Diğer özellikleri sodyuma benzer.

POTASYUM HİDROKSİT (POTAS KOSTİK) KOH

Elde edilişi NaOH a benzer. Diyafram ve malgama yöntemleri uygulanır. Suda ve özellikle alkolde NaOH dan daha çok erir. Daha kuvvetli bazdır. Katı KOH nem çekicidir, havada sulanır, CO_2, SO_2 vb. gazları daha iyi absorblar, üstelik K_2CO_3, K_2SO_3 kolay kristalleşmediği için boruları tıkamaz. Alkollü eriyiği organik kimyada çok kullanılır.
KOH dan arapsabunu denilen yumuşak sabun yapılır. Demir nikelli akümülatörlerin elektroliti %20'lik KOH eriyiğidir.

POTASYUM KARBONAT (POTAS) K_2CO_3

$NaHCO_3$ a nazaran, $KHCO_3$ ün erirliği büyük olduğundan K_2CO_3 Solvay yöntemiyle elde edilemez. Doymuş KCl eriyiği $MgCO_3$ ve CO_2 ile karıştırılır.

$$2KCl + 3MgCO_3 + CO_2 + H_2O \longrightarrow 2KHCO_3 \cdot MgCO_3 \downarrow + MgCl_2$$

Çöken $KHCO_3 \cdot MgCO_3$ çift tuzu suyla karıştırılarak ısıtılır. K_2CO_3 suda erir; $MgCO_3$ çöker, süzülerek ayrılır.

$$2KHCO_3 \cdot MgCO_3 \longrightarrow K_2CO_3 + H_2O + CO_2 + 2MgCO_3 \downarrow$$

Suda çok erir, nem çekicidir. Eriyiğinden CO_2 geçirilirse $KHCO_3$ oluşur. K_2CO_3 arapsabunu ve iyi cins cam yapımında, alkolün suyunu çekmede, boyacılıkta, potasyum tuzları elde edilmesinde kullanılır.

POTASYUM NİTRAT (HİNT GÜHERÇİLESİ) KNO_3

Sıcak, doymuş KCl eriyiğine doyuncaya kadar katı $NaNO_3$ eklenirse erirliği sıcakta pek değişmeyen NaCl kristalleri ayrılır. Süzülür ve soğutulursa soğukta erirliği hepsinden az olan KNO_3 kristalleşir.

$$KCl + NaNO_3 \longrightarrow KNO_3 + NaCl$$

KNO_3 KOH eriyiğinden NO_2 + hava karışımı geçirerek de elde edilebilir. (Denklemi yazınız). KNO_3 soğuk suda az erir, $NaNO_3$ gibi nem çekici değildir. Başka özellikleri $NaNO_3$ e benzer.

(Deney: 6'yı KNO_3 ile tekrarlayınız). İyi bir gübredir. Ayrıca patlayıcı maddeler ve hava fişekleri yapımında kullanılır. Kara barut potasyum nitrat + kömür tozu + kükürt karışımıdır. Tutuşturulunca şiddetle yanar.

$$2KNO_3+S+3C \longrightarrow K_2S+N_2+3CO_2+Q$$

POTASYUM İYODÜR KI

%20'lik KOH eriyiği I_2 ile çalkalanırsa KI, KIO_3 (potasyum iyodat) karışımı oluşur.

$$6KOH+3I_2 \longrightarrow 5KI+KIO_3+3H_2O$$

Karışım ısıtılırsa KIO_3 ayrışarak KI e dönüşür.

$$KIO_3 \longrightarrow KI+3/2O_2$$

KI eriyiği iyodu eritmekte, ağır metal iyodürlerini çöktürmekte, fotoğrafçılıkta ve ilâç yapımında kullanılır.

ÖĞRENDİKLERİMİZİN ÖZÜ

- **Alkali metalleri bütün metal grupları arasında en aktif olanıdır.**
- **Aktiflik ve hidroksitlerin baz kuvveti atomnumarasıyle artar.**
- **Sodyum ergimiş NaCl in elektroliziyle elde edilir. Su, halojenler. O_2 ile şiddetle birleşir. Aktif ve güçlü bir indirgendir.**
- **NaOH, NaCl eriyiğinin elektroliziyle elde edilir. Nem çekici ve kuvvetli bir bazdır.**
- **Na_2CO_3 Leblanc, Solvay ve elektroliz yöntemleriyle NaCl ve $CaCO_3$ ilkel maddelerinden elde edilir.**
- **Kübik kristal yapılı NaCl çok önemli bir ilkel maddedir. $NaNO_3$ ham Şili güherçilesinden veya NaOH dan elde edilir.**
- **Potasyumun bulunuşu, elde edilişi, özellikleri sodyuma benzer; daha aktiftir.**
- **Potasyum bileşikleri genellikle sodyum bileşiklerine benzer.**

DÜŞÜNÜNÜZ, ARAŞTIRINIZ, CEVAPLANDIRINIZ :

1. Alkali metallerin atom yapılarının benzeyen ve benzemeyen yönleri nedir? Atomlar hangi değerleri alırlar?
2. Potasyumu bildiğimize göre, Rb (rubidyum) metalinin tabiatta hangi bileşikleri bulunur? Metalik Rb, RbOH nasıl elde edilebilir? Bunların özellikleri ne olur?
3. Tuzlu sudan NaOH, Na_2CO_3, $NaNO_3$ ve Na metali nasıl elde edilebilir? Denklemlerle açıklayınız.
4. Na_2CO_3 tan NaCl, $NaNO_3$, NaOH nasıl elde edilir? Denklemlerle açıklayınız.
5. Na_2CO_3 tan $NaHCO_3$, $NaHCO_3$ tan Na_2CO_3 nasıl elde edilir? $NaHCO_3$ eriyiği ısıtılınca fenol ftaleine niçin etkir?
6. NaOH ile CO_2, SiO_2, Cl_2, NO_2+O_2 ayrı ayrı birleşirse hangi ürünler çıkar? Denklemlerle gösteriniz.

7. Çamaşır sodası havada bir süre kalırsa, ısıtılırsa, HCl etki ederse ne gibi değişmeler olacağını denklemlerle gösteriniz.
8. K_2CO_3'tan KNO_2, KI, $KHCO_3$ nasıl elde edilir? Denklemlerle gösteriniz.
9. Aşağıdaki denklemleri tamamlayarak denkleştiriniz:

a) $Na_2O_2 + Na \longrightarrow$

b) $Na + O_2 \longrightarrow$

c) $K + O_2 \longrightarrow$

d) $KOH + NO_2 + O_2 \longrightarrow$

e) $NaHCO_2 \xrightarrow{\text{ısı}}$

f) $No_2CO_2 + HCl \longrightarrow$

10. Bir toptancı satın aldığı susuz Na_2CO_3'ü, çamaşır sodası haline getirdikten sonra kilosunu alış fiyatına satarsa % kaç kâr eder? (Cevap: Yaklaşık %170).
11. Kalsine edilmiş Solvay sodasının analizinde 212 gr.lık örnek, HCl ile N.Ş.da 43904 cm^3 CO_2 veriyor. Solvay sodasındaki NaCl yüzdesini bulunuz. (Cevap: %2 NaCl).
12. 21,2 gr. Na_2CO_3 100 gram suda eritiliyor. Eriyikten çökelme bitinceye kadar CO_2 geçiriliyor. 100 gram suda 9 gram $NaHCO_3$ eriyebileceğine göre kristalleşen $NaHCO_3$ miktarını bulunuz. (Cevap: 24,6 gr.).
13. 144 gr. $Na_2CO_3 + NaHCO_3$ karışımı kızdırılırsa kütlesi 6,2 gram azalıyor. Karışımdaki miktarları bulunuz. (Cevap: 127,2 gr. Na_2CO_3, 16,8 gr. $NaHCO_3$).
14. 28,2 gram NaCl + KCl karışımından derişik H_2SO_4 ile N.Ş.da 5,96 litre HCl gazı elde ediliyor. Karışımdaki yüzde oranları bulunuz. Çıkan HCl ile kaç gram %29,2'lik hidroklorik asit elde edilebilir? (Cevap: %20,7 NaCl, 50 gr. asit).

BÖLÜM: VIII

ALKALİ TOPRAK METALLERİ : KALSİYUM, MAGNEZYUM

ANA ÇİZGİLER :

- **Alkali toprak metallerine genel bakış.**
- **Kalsiyum, bulunuşu, elde edilişi, özellikleri.**
- **Bileşikleri, kireç taşı, kireç, alçı vb.**
- **Suların sertliği ve giderilmesi.**
- **Magnezyum ve alaşımları.**

1 — GENEL BAKIŞ :

Be, Mg, Ca. Sr, Ba, Ra elementleri periyodik sistemin II.A grubunda bulunurlar. Bu elementlere, bazı bileşikleri toprakta bulunduğu ve Ca, Sr, Ba, Ra metallerinin hidroksitleri kuvvetli baz (alkali) oldukları için, **alkali toprak metalleri** adı verilir. Toprak alkalisi hidroksitleri alkali hidroksitlerden zayıf, diğer hidroksitlerden kuvvetli bazlardır. Bu grubun gerçek temsilcileri Ca, Sr, Ba ve radyoaktif Ra metalleridir.

1. Hafif ve parlak olan alkali toprak metalleri yüzeylerini örten karbonat katmanı yüzünden donuk görünürler, 2. Bileşiklerinde +2 değerlidirler (niçin?), 3. Aktif metallerdir, aktiflikleri alkali metaller grubundan daha azdır, 4. Aktiflikleri, hidroksitlerinin suda erirliği ve baz kuvveti sıra içinde atomnumarasıyle artar, 5. Karbonatları, Ca, Sr, Ba, Ra sulfatları suda erimez.

Alkali-Toprak Metalleri ve Bazı Özellikleri

Adı:	Berilyum	Magnezyum	Kalsiyum	Stronsiyum	Baryum	Radyum
Sembolü	Be	Mg	Ca	Sr	Ba	Ra
Atom No.	4	12	20	38	56	88
Atom tartısı	9	24	40	88	137	226
Elektron Düz	2.2	2.8.2	2.8.8.2	2.8.18.8.2	2.8.18.18.8.2	2.8.18.32.18.8.2
Yoğunluk gr./cm³	1,86	1,75	1,55	2,6	3,6	5
e.n. °C	1280	651	842	800	850	700
k.n. °C	2970	1107	1240	1150	1140	1140

KALSİYUM

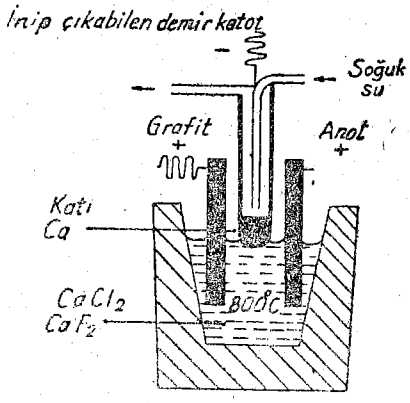
2 — BULUNUŞU, ELDE EDİLİŞİ:

Bulunuşu:

Yerkabuğunun %3,4'ünü yapan kalsiyum aktif olduğundan serbest olarak bulunmaz. En bol bulunan bileşiği $CaCO_3$ tır. Büyük kalker (kireç taşı) sıradağları, mermer ve tebeşir $CaCO_3$ tan yapılmıştır. Ayrıca $CaCO_3 \cdot MgCO_3$ dolomit, $CaSO_4$, $2H_2O$ alçı taşı (jips) ve CaF_2 fluorspat (flusspat) tabiatta çok rastlanan kalsiyum mineralleridir.

Elde Edilişi:

Kalsiyum elde etmek için, CaO karbonla indirgenemez. Ergimiş $CaCl_2 + CaF_2$ karışımı elektroliz edilir. CaF_2, $CaCl_2$ ün ergime sıcaklığını düşürür. Demir katot, elektrolizin başında ergimiş karışımın yüzeyine değer. Kalsiyum ayrıldıkça katot yükseltilir (Şekil: 54). Katotta ayrılan kalsiyum üzerinde bir miktar elektrolit katılaşarak metali havanın etkisinden korur. Kalsiyumun e.n. elektrolitten yüksek, yoğunluğu daha küçük olduğundan yüzeyde katı bir blok halinde toplanır.



Şekil: 54 — Kalsiyumun elektrolizle elde edilmesi.

Özellikleri:

Kalsiyum sert, kırılgan, sudan biraz ağır, parlak bir metaldir. Havada çabucak donuklaşır. Önce havanın nemiyle birleşerek $Ca(OH)_2$ yapar, sonra CO_2 çekerek $CaCO_3$ e dönüşür. Bu yüzden alkali metaller gibi gazyağında saklanır.

$$Ca + 2H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + H_2$$
$$Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3 + H_2O$$

Kalsiyum havada ısıtılırsa, parlak turuncu bir alevle yanar, CaO oluşur. 500°C de azot akımında ısıtılırsa Ca_3N_2 (kalsiyum nitrür) meydana gelir.

$$3Ca + N_2 \longrightarrow Ca_3N_2$$

Suyla soğukta, alkali metaller kadar değilse bile, oldukça şiddetle birleşir.

DENEY : 1 — a) Mercimek büyüklüğünde kalsiyumu fosfor kaşığında ısıtınız. Ergir ve parlak turuncu alevle yanar.

b) Küçük bir kalsiyum parçasını fenol ftalein damlatılmış su içine atınız, oldukça hızlı bir reaksiyon verir, eriyik pembe-kırmızı olur. (Kalsiyumu asitlere atmayınız, tehlikeli patlamalar olabilir).

Biyolojik Önemi:

Vücudumuzda ortalama 1200 gram kalsiyum vardır. Bunun %99'u kemiklerde, geri kalanı dişlerde. kanda, tırnak ve deride bulunur. Günde bir gram kalsiyum almamız gereklidir. Kandaki kalsiyum iyonları sinirlerin ve kasların düzgün çalışmasını sağlar. Kanın pıhtılaşmasını kolaylaştırır, hastalıklara karşı direnci artırır, özellikle verem mikroplarını sararak onlarla vücudun savaşmasına yardımcı olur. Yeteri kadar kalsiyum alamayan çocukların kemikleri eğri ve dişleri çürük olur. Kanda kalsiyum eksikliği insanı sinirli ve hırçın yapar. Çocuklar gece uyumaz; ağlar, bazen kaskatı kesilirler.

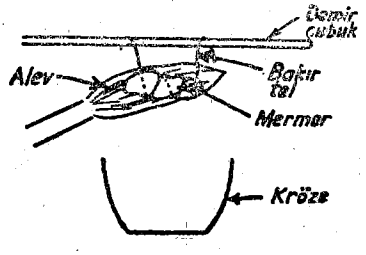
3 — KALSİYUM BİLEŞİKLERİ :

Kalsiyum Oksit (Sönmemiş Kireç) CaO :

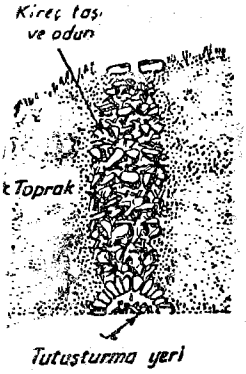
Kalsiyum oksit, $CaCO_3$ un 900°C nin üstünde ısıtılmasından elde edilir.

$$CaCO_3 \xrightarrow{900°C} CaO + CO_2$$

DENEY : 2 — Bakır telle sardığınız mermer parçasını, renksiz bunzen alevinde, akkor hale gelinceye kadar 10 dakika ısıtınız (Şekil: 55). Mermerin görünüşü değişir. İyice soğutunuz. Kröze içine alarak üzerine damla damla su koyunuz. Şiddetli bir reaksiyon olur, 2-3 damla fenol ftalein ekleyiniz, pembe-kırmızıya boyanır.



Şekil: 55 — $CaCO_3$ ısıtılınca ayrışır.

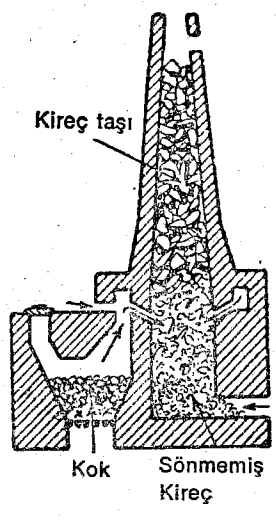


Şekil: 55/A — İlkel kireç ocağı.

CaO e **sönmemiş kireç** denir. Büyük ölçüde sönmemiş kireç, kireç taşından (kalker) elde edilir. Yurdumuzda kireç taşı çoğunlukla kireç ocaklarında yakılır. Yerde kazılmış bir çukura kireç taşı ve odun parçaları gevşek olarak yerleştirildikten sonra üzeri örtülür ve odun parçaları tutuşturulur. Isı etkisiyle kireç taşı bozunarak sönmemiş kirece dönüşür (Şekil: 55/A).

Sürekli kireç elde etmek için düşey kireç fı-

rınları kullanılır (Şekil: 55/B). Yakıt, fırının yan bölmesinde kokun yanmasıyle elde edilen jeneratör gazıdır. Üstten sürekli olarak kireç taşı konur, alttan sönmemiş kireç alınır. Son zamanlarda düşey fırınların yerini, çimento fırınlarına benzeyen döner fırınlar almıştır.



Şekil: 55/B — Düşey kireç fırını.

Gaz yakıtlarla elde edilen kirecin içinde yabancı madde azdır. Bu cins kirece «yağlı kireç» adı verilir. CaO kuvvetli bir bazik oksittir. Suyla şiddetle birleşir, su kaynayacak kadar ısınır.

$$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + En.$$

Havanın nemiyle yavaş yavaş birleşir. Asitlerle daha şiddetli reaksiyon verir.

Kalsiyum Hidroksit (Sönmüş Kireç) $Ca(OH)_2$:

Beyaz toz görünüşlü $Ca(OH)_2$ sönmüş kireç, sönmemiş kirecin suyla birleşmesinden elde edilir. İşleme kirecin söndürülmesi denir. $Ca(OH)_2$ suda az erir, oldukça kuvvetli bazdır. Sudaki suspansiyonuna **kireç sütü**, eriyiğine **kireç suyu** denir.

DENEY : 3 — Sönmemiş kireci suyla karıştırınız, kapaklı bir şişeye koyarak şiddetle çalkalayınız, kireç sütü olur. Kireç sütünü süzünüz, saydam eriyik (süzüntü) kireç suyudur. Kireç suyu içine bir cam boruyle üfleyiniz. $CaCO_3$ çöküşüyle bulanır.

Açık bırakılan sönmüş kireç yavaş yavaş havanın CO_2 ini alarak $CaCO_3$ a dönüşür. $Ca(OH)_2$ başka asit oksit ve asitlerle de birleşir.

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3 + H_2O$$
$$Ca(OH)_2 + SO_2 \longrightarrow CaSO_3 + H_2O$$
$$Ca(OH)_2 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + 2H_2O$$

Harç Nedir? Nasıl Yapılır?

Sönmüş kirece su ve kum karıştırılarak yapılan koyu bulamaca **harç** denir. Kum, harcı gözenekli yaparak, havanın içeriye girmesini sağlar.

Harç zamanla havadan CO_2 alır. $Ca(OH)_2$ kireç taşına dönüşür ve sertleşerek kum tanelerini de birbirine bağlar. Bu sırada su ayrıldığı için, yeni yapılan binalar uzun süre nemli kalır.

4 — KALSİYUM KARBONAT $CaCO_3$:

Kristal Şekilleri:

$CaCO_3$ çökerken sıcakta (rombik) **aragonit**, soğukta (hegzagonal veya trigonal) **kalsit** kristalleri oluşur. Kalsit kristalleri çift kırılma olayı gösterir. İri kalsit kristallerine **İzlanda spatı** adı verilir (Şekil: 56). Denizli'de Pamukkale aragonit kristallerinden yapılmıştır. İncide aragonit, mercanda kalsit mikrokristalleri bulunur.

Şekil: 56 — Izlanda spatı (kalsit) ve aragonit kristali.

Tebeşir, Kireç Taşı, Mermer:

Tebeşir: Jeolojik devirlerde yaşamış tek hücreli ve midye, istiridye, mercan gibi çok hücreli, kabuklu hayvanların kalıntılarının yığılmasıyle oluşmuştur. Bu hayvan kabukları CO_2 li suların etkisiyle oluşan $Ca(HCO_3)_2$ ın tekrar $CaCO_3$ halinde çökelmesiyle birbirine bağlanır. Büyük Okyanustaki mercan kayaları da böyle ortaya çıkar.

Tebeşir ancak X ışınlarıyle anlaşılabilen çok küçük kalsit mikrokristallerinden yapılmıştır. Okullarda kullanılan tebeşir alçıyle beyaz kil karışımıdır.

Kalker (kireç taşı): Büyük yığınlar halinde denizlerin dibine çöken kabuklu hayvan kalıntılarının yüksek basınç altında kalmasıyle oluşmuştur. Kalkerin yapısındaki kalsit kristalleri biraz daha büyüktür. Kireç taşı, endüstride CO_2, CaC_2, CaNCN, kireç, çimento, cam elde edilmesinde; metallurjide filizlerdeki gangdan dışık yapmada kullanılır.

Mermer: Yüksek sıcaklık ve basınçta başkalaşmış kalkerdir. Sıcaklık etkisiyle kalsit kristalleri daha büyümüştür, büyüteç veya mikroskopla görülebilir. Renkli mineraller karışmış mermer daha değerlidir. Mermer başlıca yapı gereci olarak kullanılır.

$CaCO_3$ suda erimez, laboratuvarda kalsiyum tuzlarından elde edilir:

$$CaCl_2 + Na_2CO_3 \longrightarrow CaCO_3 + 2NaCl$$

Böyle elde edilen $CaCO_3$ saftır. Sürtünce dişleri beyazlattığı için diş macunlarına konur.

5 — DİĞER ÖNEMLİ KALSİYUM BİLEŞİKLERİ:

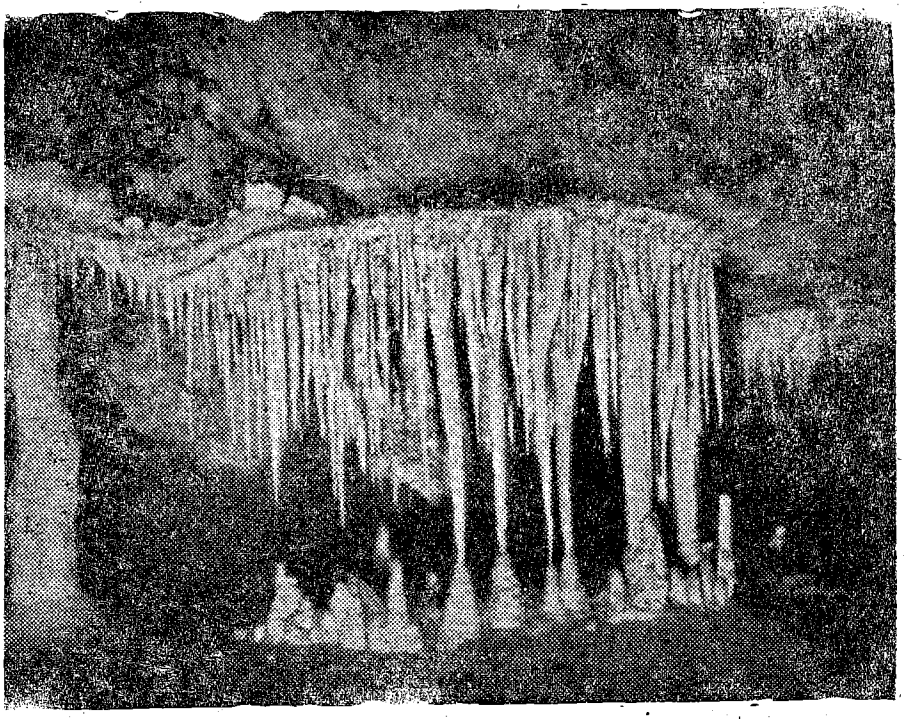
Kalsiyum Bikarbonat $Ca(HCO_3)_2$:

Suda erimeyen $CaCO_3$ CO_2 li sularda $Ca(HCO_3)_2$ a dönüşerek erir. Bu da ısıtılınca bozunarak tekrar $CaCO_3$ çöker.

$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \rightleftarrows Ca(HCO_3)_2$$

DENEY: 4 — Seyreltik kireç suyuna bir cam boruyle üfleyiniz. $CaCO_3$ ayrılarak bulanır. Üflemeye devam ediniz, bir süre sonra bulanıklık kaybolur. Isıtınız, yine bulanır.

Havanın CO_2 ini alan yağmur suları kalkerli kayalar arasından süzülürken $CaCO_3$ ı $Ca(HCO_3)_2$ halinde eritir. Mağaralardan damlayan sulardan CO_2 uçar, $CaCO_3$ ayrılarak mağaranın tavanında sarkıtları, tabanında dikitleri yapar (Şekil: 57). Denizli'deki Pamukkale, yeraltından çıkan sıcak $Ca(HCO_3)_2$ lı sulardan oluşmuştur.



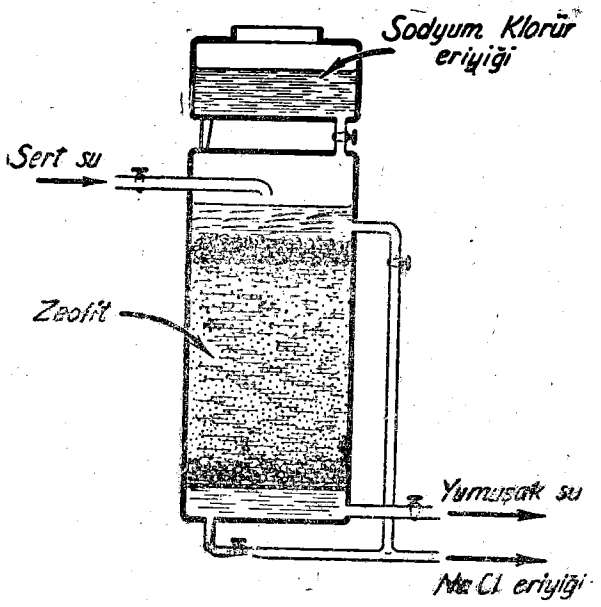
Şekil: 57 — Sarkıt ve dikit.

Kalsiyum Sulfat $CaSO_4$:

Tabiatta $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ jips (alçı taşı) ve $CaSO_4$ anhidrit şeklinde bulunur. Bunlar kristal yapılı maddelerdir. Suda pek az erir. Alçı taşı ısı-

Bulunuşu:

Yerkabuğunda bol bulunan mineralleri $MgCO_3$ magnezit ve $MgCO_3 \cdot CaCO_3$ dolomittir. Deniz suyunun %0,3'ü $MgSO_4$, %0,5'i $MgCl_2$ dir. 1 m³ deniz suyundan 1,3 kg. Mg metali çıkarılabilir. $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ karnalit, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ epsomit (İngiliz tuzu), birer silikat olan Eskişehir taşı, talk ve amyant önemli magnezyum mineralleridir.



Şekil: 59 — Zeolit (permutit) ile suyun sertliğinin giderilmesi.

Elde Edilişi:

Mg metali ergimiş susuz $MgCl_2$ ün elektroliziyle elde edilir. Ergime sıcaklığını 750°C ye düşürmek için KCl (veya NaCl) karıştırılır. Anotta Cl_2 çıkar. Katot olarak kullanılan çelik kabın kenarlarında ayrılan sıvı Mg (e.n. 651°C) damlacıkları yüzeyde toplanır (Şekil: 60).

Çağımızda $MgCl_2$ deniz suyundan elde edilir (Şekil: 59/A).

Deniz suyuna $Ca(OH)_2$ kireç suyu karıştırılır, $Mg(OH)_2$ çöker. Çökelek ısıtılarak MgO e, bu da kok ve Cl_2 ile $MgCl_2$ e çevrilir.

Cl_2 gazı $MgCl_2$ in elektrolizinden sağlanır.

$$MgCl_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow Mg(OH)_2\downarrow + CaCl_2$$

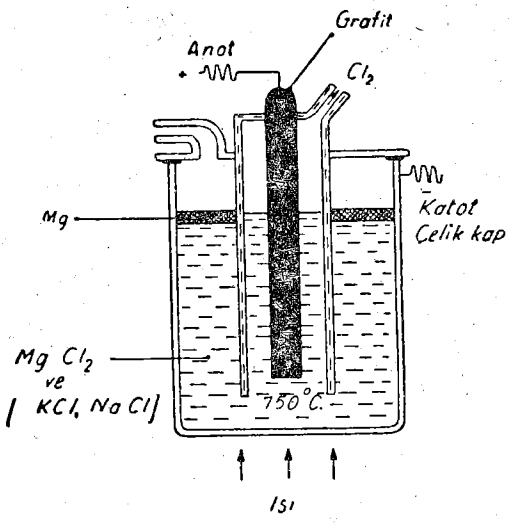
$$Mg(OH)_2 \xrightarrow{Isı} MgO + H_2O$$

$$MgO + C + Cl_2 \xrightarrow{1100°C} MgCl_2 + CO\uparrow$$

$$MgCl_2 + Ea. \xrightarrow{Elektroliz} Mg + Cl_2$$

Özellikleri:

Magnezyum gümüş parlaklığında, 651°C de ergiyen hafif ($d = 1{,}74$ gr./cm³) bir metaldir. Havada koruyucu $MgO \cdot MgCO_3$ katmanıyle örtülerek donuklaşır. Kimyasal özellikleri kalsiyumdan çok çinkoya benzer. Hava ve oksijen içinde göz kamaştırıcı ışıkla yanar. Ametallerin çoğuyle birleşir.



Şekil: 66 — Mg in elektrolizle elde edilmesi.

$2Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO + En.$

$3Mg + N_2 \longrightarrow Mg_3N_2$

(Magnezyum nitrür)

CO_2 ve SO_2 gazları içinde de yanar, kuvvetli bir indirgendir.

$2Mg + SO_2 \longrightarrow 2MgO + S$

$2Mg + CO_2 \longrightarrow 2MgO + C$

Asitlerle H_2 çıkışıyle ve şiddetle birleşir. Soğuk su etkimez, ancak kızgın metale su buharı etkir.

$Mg + H_2O \xrightarrow{\text{ısı}} MgO + H_2$

(Buhar)

MgO (magnezya) suyla pek az birleşir. $Mg(OH)_2$ zayıf bir bazdır, ısıtılınca kolayca bozunur.

$MgO + H_2O \longrightarrow Mg(OH)_2$

$Mg(OH)_2 \longrightarrow MgO + H_2O$

DENEY : 7 — Bir parça magnezyum telini tutuşturunuz. Beyaz MgO i porselen kapsüle koyunuz. Üzerine 1-2 damla su ve fenol ftalein koyunuz, renk pembeleşir.

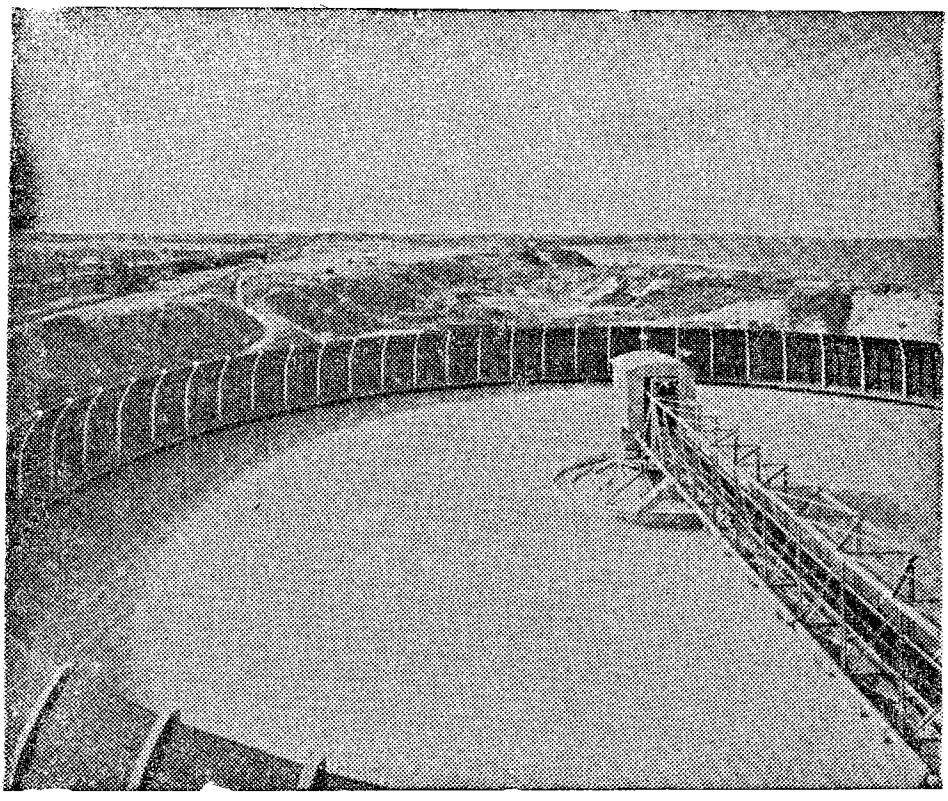
8 — MAGNEZYUM VE BİLEŞİKLERİNİN KULLANILIŞI, ALAŞIMLARI :

Kullanılışı:

Mg tozu ve BaO_2 karışımı fotoğraf flaş lambalarına konur. Mg tozu ve $KClO_3$ karışımından hava fişekleri yapılır. Bazı yangın bombalarında Mg tozu ve $Ba(NO_3)_2$ bulunur. $Mg(OH)_2$ magnezya sütü mide ekşimelerine iyi gelir. $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ İngiliz tuzu eskiden müshil olarak kullanılırdı. Magnezyum en çok hafif alaşımlar yapımında kullanılır.

Alaşımları:

Magnezyum yumuşak, mekanik sağlamlığı az, hava ve asitlerden kolayca etkilenen bir metal olduğu halde alaşımları sağlam, sert, dökülme elverişli ve kimyasal etkilere karşı dayanıklıdır. Üstelik çok hafiftir. Uçak ve özellikle uzay araçları endüstrisinde şiddetle aranır. Son yıllarda otomobil, radyo ve ev eşyaları yapımında bu alaşımlar geniş öl-



Şekil: 60/A — Deniz suyundan $Mg(OH)_2$ in çöktürülüşü.

çüde kullanılmaya başlanmıştır. Mg alaşımlarının yoğunluğu çeliğin 1/4 ile 1/5'i kadardır. Bu alaşımlardan yapılmış taşıtlar aynı oranda az yakıt harcar. Bu durum uzay araçları için son derece önemlidir. Magnezyum alaşımlarının en önemlisi magnezyum oranı %90'ı bulan **Dow-metal** ve % 95'i bulan **elektron** alaşımlarıdır.

Önemli Magnezyum Alaşımları

Adı	% bileşimi	Özelliği	Kullanılışı
Dow-metal A	92 Mg, 8 Al	Sert, dayanıklı	Uçak, füze
Dow-metal B	90 Mg, 10 Al-Mn	Sert, dayanıklı	Oto, uçak parçaları
Elektron	95 Mg, 3 Zn, 2 Si	Döküme elverişli, sağlam	Piston, krank kutusu

Magnezyum oranı düşük olan alaşımlar ilgili metallerle incelenecektir.

ÖĞRENDİKLERİMİZİN ÖZÜ

- Alkali toprak metalleri alkali metallerden sonra gelen en aktif metallerdir. Hepsi +2 değer alır.
- Kalsiyum tabiatta en çok $CaCO_3$ halinde bulunur. Kalker, mermer, tebeşir $CaCO_3$ tır.
- Ca ve Mg ergimiş klorürlerinin elektroliziyle elde edilir.
- Kalsiyum soğukta suyla, magnezyum sıcakta su buharıyle birleşir. İkisi de güçlü indirgendir.
- Kireç taşı ($CaCO_3$) kızdırılırsa sönmemiş kireç (CaO), ondan da suyla sönmüş kireç [$Ca(OH)_2$] elde edilir.
- Alçı taşından ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) alçı ($2CaSO_4 \cdot H_2O$) yapılır.
- Suların sertliği +2 değerli metal iyonlarından ileri gelir. Bunlar bikarbonat iyonlarıyle geçici, sulfat ve klorür iyonlarıyle kalıcı sertliği yaparlar.
- Dow-metal'de Mg oranı % 90'ı ve elektron alaşımında ise % 95'i bulur. Bunlar çok hafif, sağlam ve dayanıklıdır.

DÜŞÜNÜNÜZ, ARAŞTIRINIZ, CEVAPLANDIRINIZ :

1. Aşağıdaki maddelerin bileşim formüllerini yazınız: Dolomit, mermer, kalsit, karnalit, sönmemiş kireç, sönmüş kireç, alçı taşı, alçı, anhidrit.
2. Ca, Mg, Ba metallerinden, hangisi daha aktiftir? Hangisinin oksidi suyla daha şiddetli birleşir? Hidroksitlerinin hangisi suda daha çok erir ve daha kuvvetli bazdır?
3. Deniz suyundan Mg, kireç taşından Ca nasıl elde edilir? ($CaCl_2$ elde edilişi $MgCl_2$ gibidir).
4. $CaCO_3$ dan CaO, $Ca(OH)_2$, $CaCl_2 \cdot 6H_2O$, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ nasıl elde edilir?
5. Mermer tozu, a) 1000°C ye kadar ısıtılırsa, b) Üzerine HCl dökülürse, c) Sulu suspansiyonundan CO_2 geçirilirse hangi reaksiyonlar olur? Denklemleri yazınız.
6. Kireç taşından başlayarak harcın yapılmasını ve sertleşmesini denklemlerle açıklayınız.
7. Alçı taşından alçı ve anhidrit nasıl elde edilir? Alçı nasıl sertleşir? Denklemlerle gösteriniz.
8. Hangi kalsiyum tuzları suya geçici, hangileri kalıcı sertlik verir? Bunların birer yolla giderilmesini denklemlerle gösteriniz.
9. Seyreltik kireç suyundan sürekli olarak CO_2 geçirilince görülen değişmeleri açıklayınız. Sonunda ele geçen saydam eriyik, a) Isıtılırsa, b) Sabun eriyiğiyle karıştırılırsa, c) Çamaşır sodasıyle karıştırılırsa ne olur? Denklemleri yazınız.
10. Deniz suyundan iyon değiştirme reçineleriyle içilecek su yapılabilir mi? Nasıl?
11. Kaynatma, soda, permutit hangi cins sertlikleri giderir? Denklemlerle gösteriniz.
    teriniz.
12. Mg telinden Mg_3N_2, $MgSO_4$, $MgCO_3$ nasıl elde edilir? Denklemlerle gös-

tahrsa 120°C de suyunun 3/4'ünü kaybederek alçıya döner. 500°C de suyun hepsi uçar. Alçı suyla karıştırılırsa kaybettiği suyunu alarak tekrar alçı taşına dönüşür ve sertleşir.

$$\underset{\text{Alçı taşı}}{CaSO_4\ 2H_2O} \xrightleftharpoons{120°C} \underset{\text{Alçı}}{CaSO_4 \cdot 1/2H_2O + 3/2H_2O}$$

Alçı beyaz bir tozdur. Su alarak sertleşirken hacmi büyür ve döküldüğü kalıbın şeklini alır. Bu özelliğiyle alçı diş kalıbı çıkarmakta, duvar ve tavan süsü yapmakta; kırılan kemiklerin kaynaması için bandaj, çeşitli kalıplar, biblo ve büst yapımında kullanılır.

Kalsiyum Klorür $CaCl_2$:

Susuz ve 6 mol suyla kristalleşen türleri vardır. $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ Solvay yönteminde yan ürün olarak ele geçer. Susuz $CaCl_2$ beyaz ve gözenekli bir katıdır. Suda ısı vererek çok erir, havanın nemini çekerek sulanır. Laboratuvarlarda nem çekici olarak kullanılır.

$CaCl_2 \cdot 6H_2O$ suda erirken ısı alır, buzla karıştırılarak soğutucu karışımlar elde edilir. Havanın nemini çeker, caddelere serpilerek tozlar yatıştırılır ve karlı günlerde yolların buz tutarak kayganlaşması önlenir. $CaCl_2$ emdirilmiş tahta güç yanar. $CaCl_2$ ile ovulan otomobil camları buğulanmaz ve buz tutmaz.

Kalsiyum Hipoklorit $Ca(OCl)_2$ ve Kireçkaymağı:

$Ca(OCl)_2$ kireçkaymağının bileşiminde bulunur. Kireçkaymağı $Ca(OH)_2$'den Cl_2 geçirilerek elde edilir.

$$2Ca(OH)_2 + 2Cl_2 \longrightarrow CaCl_2 + Ca(OCl)_2 + 2H_2O$$

$Ca(OH)_2$'nin bir kısmı reaksiyona girmemiş olduğu için kireçkaymağının yapısında Ca^{+2} ve OH^- iyonlarıyle Cl^-, ClO^- iyonları bulunur. Kireçkaymağının kesin formülü yoktur. Fakat basitleştirmek için kireçkaymağı bazen:

$Ca(OCl)_2 + CaCl_2 = 2CaCl(OCl) = 2CaOCl_2$ şeklinde gösterilir.

Kireçkaymağı içinde +1 değerli klor bulunduğu için yükseltgen, renk giderici ve mikrop öldürücüdür. Mikroplu sular kireçkaymağıyle dezenfekte edilir. Pamuklu kumaşları ağartır. Kireçkaymağı havadan CO_2 olarak bozunur. Klor kokar.

$$CaOCl_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3 + Cl_2$$

DENEY : 5 — Kireçkaymağı eriyiği içine kırmızı turnusol kâğıdı batırınız, OH^- iyonları etkisiyle önce renk maviye döner, sonra kaybolur. Rengi (+ 1) değerli klor gidermiştir. Eriyiği koklayınız, klor kokusu duyulur.

Kalsiyum Fluorür CaF_2:

Fluorspat veya flusspat denen CaF_2 minerali 1360°C de ergir, beyaz, mat ve akıcı bir sıvı olur. Bu özelliğinden yararlanarak porselen ve metal eşyayı sırlamada ve metallurjide ergitici olarak kullanılır. CaF_2 den başlıca HF elde edilir.

Kalsiyum Fosfat $Ca_3(PO_4)_2$:

$Ca(H_2PO_4)_2$ primer ve $CaHPO_4$ sögonder kalsiyum fosfatlar suda erir. $Ca_3(PO_4)_2$ tersiyer kalsiyum fosfat suda erimez, derişik ve kuvvetli asitlerde primer fosfata dönüşerek erir.

Tabiatta bulunan $Ca_3(PO_4)_2$ mineraline fosforit denir. Fosforit, fosfor, fosfor bileşikleri ve yapay gübre elde edilmesinde kullanılır. $Ca_3(PO_4)_2$ «Thomas unu» ve «guano» gübresinin en önemli kısmını meydana getirir.

6 — SULARIN SERTLİĞİ VE GİDERİLMESİ:

Suların Sertliği:

Sabunla kolay köpük yapan sulara yumuşak, güç köpük yapan sulara sert sular denir. Suların sertliği +2 değerli Ca^{+2}, Mg^{+2}, Fe^{+2} iyonlarından ileri gelir. Bu iyonlar sabun (stearat iyonları) ile çöker.

$$2C_{17}H_{35}COONa + CaSO_4 \longrightarrow (C_{17}H_{35}COO)_2Ca\downarrow + Na_2SO_4$$

Sodyum stearat (sabun) — Kalsiyum stearat

Sabun, çökelme bittikten sonra köpük verebilir.

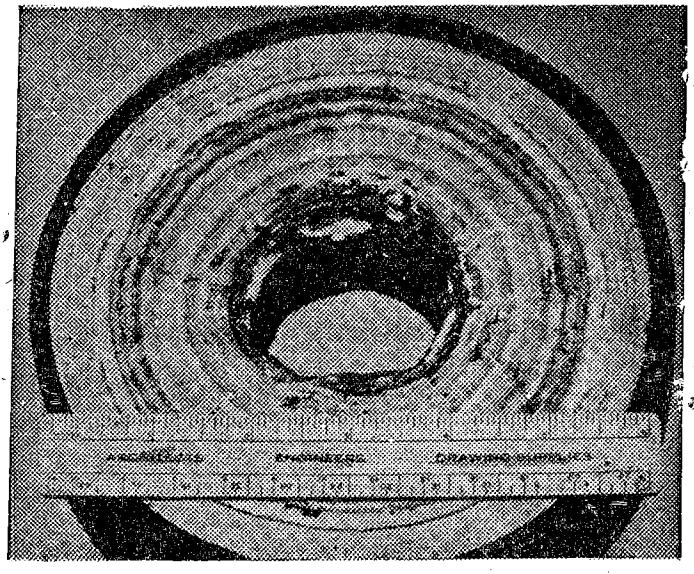
DENEY : 6 — Bir tübe 2 cm³ çeşme suyu, başka bir tübe 2 cm³ damıtık su koyunuz. Tüplere sabunun alkoldeki eriyiğinden damla damla ekleyerek çalkalayınız. Damıtık su çabucak köpürür, çeşme suyu bulanır, yeteri kadar sabun eriyiği koyduktan sonra köpürür.

Sert Suların Özellikleri:

Sert sular sabunla güç köpük yapar. Kaynatıldığı zaman kazan taşı adı verilen $CaCO_3$, $MgCO_3$ çökelekleri ayrılır. Kazan taşı fazla yakıt kullanılmasına, kazanların patlamasına, sıcak su borularının tıkanmasına (Şekil: 58) yol açar. Yemekler sert suyla güç pişer, kumaşlar iyi boya tutmaz; içimi ağırdır.

Sertlik Nasıl Ölçülür?

Suların sertliği **sertlik derecesi** ile ölçülür. Sertlik derecesi 100 litre suda erimiş +2 değerli metal tuzlarının tümünün kaç gram $CaCO_3$ a



Şekil: 53 — Sucak su borularında sert sular çökelek yapar.

denk olduğu hesaplanarak bulunur. 1 formül gram (100 gr.) $CaCO_3$ ile 1 formül gram (162 gr.) $Ca(HCO_3)_2$, 136 gr. $CaSO_4$ vb. denktir.

100 litre suda 8,1 gr. $Ca(HCO_3)_2$ bulunuyorsa bu $8{,}1 \cdot \frac{100}{162} = 5$ gr. $CaCO_3$'a denktir. Geri kalan +2 değerli metal tuzları da 3 gr. $CaCO_3$'a denk ise suyun sertlik derecesi $3+5=8°$ olur.

İstanbul'da bulunan bazı suların sertlik derecesi:

Taşdelen	1,5°	Hamidiye	5°
Çırçır	6°	Elmalı B.	3°
Kayışdağı	1°	Terkos	11,8°

Sertlik Çeşitleri ve Giderilmesi:

a) Geçici sertlik: Suyu kaynatmakla giderilen sertliğe denir. Bu +2 değerli metal iyonları yanında bulunan HCO_3^- iyonlarından (bikarbonat tuzlarından) ileri gelir. Bikarbonat tuzları kaynatmakla çöker ve sertliği gitmiş olur.

$$Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + CO_2 + H_2O$$

Geçici sertlik suya uygun miktarda $Ca(OH)_2$ konarak da giderilebilir.

$$Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow 2CaCO_3\downarrow + 2H_2O$$

b) **Kalıcı sertlik:** Suyu kaynatmakla giderilemeyen ve $CaCl_2$, $MgSO_4$ vb. tuzlardan ileri gelen sertliktir. Geçici ve kalıcı sertliklerin toplamına **sertlik bütünü** denir. Sertlik bütünü, Ca^{+2}, Mg^{+2}, Fe^{+2}, Mn^{+2} iyonları, 1. Çöktürülerek, 2. +1 değerli iyonlarla yer değiştirilerek giderilir.

1. Çöktürmeyle sertlik giderilmesinde soda kullanılır:

Geçici sertlik: $Ca(HCO_3)_2 + Na_2CO_3 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + 2NaHCO_3$
Kalıcı sertlik: $CaSO_4 + Na_2CO_3 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + Na_2SO_4$

(Çamaşır yıkarken niçin soda kullanılır?)

2. İyon değiştirme zeolit adı verilen sulu Na-Al silikatlar veya organik iyon değiştirme reçineleriyle yapılır. Zeolitlerin bileşimleri değişiktir (IV.3). $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 3SiO_2 \cdot 2H_2O = Na_2Al_2Si_3O_{10} \cdot 2H_2O$ **natrolit**, bir doğal zeolit türüdür. Yapay zeolitlere **permutit** denir, bileşimleri doğal zeolitlere benzer. Bunlar kısaca Na_2Z şeklinde gösterilebilir. +2 değerli iyonlar zeolitteki +1 değerli Na^+ iyonuyle yer değiştirebilirler.

Olay iki yönlüdür; +2 değerli iyonları alan permutiti eski durumuna getirmek için içinden derişik NaCl eriyiği geçirilir (Şekil: 59).

$$Ca^{+2} + Na_2Z \rightleftarrows CaZ + 2Na^+$$

Sentetik ve organik iyon değiştirme reçineleri iki türlüdür. Anyon değiştiren **anyonik reçineler** kısaca $R_a(OH)_2$, katyon değiştiren **katyonik reçineler** H_2R_k şeklinde gösterilebilir.

$$Ca^{+2} + SO_4^{-2} + H_2R_k \rightleftarrows CaR_k + SO_4^{-2} + 2H^+$$
$$2H^+ + SO_4^{-2} + R_a(OH)_2 \rightleftarrows R_aSO_4 + 2H_2O$$

Görüldüğü gibi bu reçinelerle bütün iyonlar giderilebilir. Deniz suyundan içilecek su elde edilebilir. (Denklemleri yazınız). Anyonik reçineden NaOH, katyonik reçineden HCl geçirilerek eski duruma getirilebilir.

MAGNEZYUM

1 — GENEL BAKIŞ:

1900 yılında dünyanın toplam magnezyum üretimi 10 tonu geçmiyordu. Otomobil, uçak, uzay araçları endüstrisinin hızla gelişmesiyle magnezyum alaşımlarına karşı olan ihtiyaç artmış ve II. Dünya Savaşı yıllarında üretim 250.000 tona kadar yükselmiştir. Magnezyum canlılar için de çok önemli bir maddedir. Klorofilin bileşiminde bulunur.

DENEY : 2 — a) Bir tüpte Al parçası üzerine seyreltik HCl dökünüz. Çıkan H_2 i başka bir tüpte toplayarak yakınız.

b) Bir tübe toz Al koyunuz, üzerine NaOH eriyiği dökünüz, çıkan H_2 i başka bir tüpte toplayarak yakınız.

c) Bir Al parçasını seyreltik NaOH eriyiğine daldırınız. Gaz çıkışı başlayınca çıkarınız, yıkayınız. $HgCl_2$ eriyiğine daldırınız, yüzeyde civa ayrılarak (niçin?) alüminyum malgaması oluşur. Böylece yüzeyin oksitlenmesi önlenir ve aktif alüminyum elde edilir. Bunu suya atınız, Al suyla birleşir, H_2 çıktığı görülür.

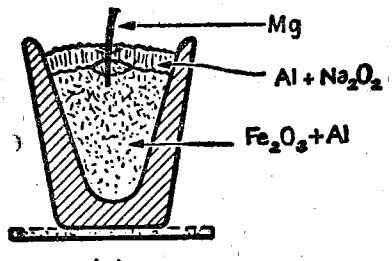
ALÜMİNOTERMİ :

Termit Reaksiyonu:

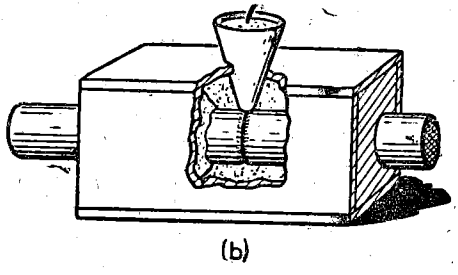
Alüminyum aktif olduğundan güçlü bir indirgendir. Oksijene karşı ilgisi de fazla olduğu için Fe_2O_3, Cr_2O_3, Mn_3O_4, WO_3 vb. ağır metal oksitlerinden metalleri açığa çıkarır.

$$Fe_2O_3 + 2Al \longrightarrow Al_2O_3 + 2Fe + Q$$

Reaksiyon çok şiddetli olur, çok miktarda ısı çıkar. Sıcaklık 3000-4000° yi bulur. Olay **termit reaksiyonu** adını alır (terme=ısı). Yüksek



Şekil: 63 — Termit karışımı.



Şekil: 63/A — Alüminotermi ile kaynak yapılması.

sıcaklık sağlayan Al+metal oksit karışımına **termit karışımı** denir (Şekil: 63).

Alüminotermi-GoldSchmidt metodu: Cr (krom), Mn (manganez, V (vanadin), (wolfram=tungsten) gibi değerli metaller oksitlerinden termit reaksiyonu ile elde edilebilirler. Bu yönteme **alüminotermi** veya **Goldschmidt** metodu denir.

Alüminotermi ile nasıl kaynak yapılır?

Alüminotermi ile çelik raylar ergitilerek birbirine eklenir (Şekil: 63/A). Bunun için kaynakla birleştirilecek parçalar kilden yapılmış bir kap içine konarak uç uca getirilir. Termit karışımı ise yine kilden yapılmış dibi

delik, koni biçiminde bir kaba konur. Termit karışımını tutuşturmak için üstüne Na_2O_2 + Al tozu karışımı konur. Bir magnezyum teli fitil ödevi görür. Yüksek sıcaklıkta açığa çıkan demir sıvıdır. Rayları da ergiterek birbirine kaynatır.

4 — ALÜMİNYUMUN KULLANILIŞI VE ALAŞIMLARI :

Kullanılışı:

Hafif dayanıklı, paslanmayan ve iletkenliği büyük olan alüminyum geniş alanlarda kullanılır. Alüminyum eşya mutfaklarda bakırın yerini almıştır. Bakır kaplar sık kalaylanmak ister. Zehirli olmayan alüminyum bu güçlüğü ortadan kaldırmıştır.

Yüksek gerilim taşıyan kalın alüminyum teller bakırdan daha hafiftir. Direklere fazla ağırlık bindirmez. Alüminyumdan oto karoserleri, vagonlar, modern binaların kapı, pencere ve iç dekorasyon eşyası yapılır. Çikolata ve benzeri besinler ince alüminyum yapraklara sarılır. Fotoğraf flaş ampullerine konur. İnce dağılmış alüminyum tozu bezir yağıyle karıştırılır, boya olarak kullanılır. Bunların dışında alüminyum çok önemli hafif alaşımların elde edilmesinde, alüminotermide, yangın bombaları için termit karışımları yapılmasında kullanılır.

Alaşımları:

Alüminyum alaşımları hafif, sağlam, sert, döküme elverişli, hava ve başka etkenlere karşı dayanıklıdır. Bazıları çelik gibi esnek ve yumuşaktır, demir gibi dövülebilir. Bu özellikleriyle alüminyum alaşımları uçak, denizaltı, hafif motor ve oto parçaları ve ev eşyası yapmada geniş ölçüde kullanılır. En önemlileri aşağıdaki cetvelde gösterilmiştir:

Önemli Alüminyum Alaşımları

Adı	% bileşimi	Özellikleri	Kullanılışı
Magnalyum	95-85 Al, 5-15 Mg	Sert, dayanıklı	Uçak gövdesi, kanatlar, hafif kaplamalar
Duralümin	94 Al, 4 Cu, 0,5 Mg, 0,5 Mn, 1 Si	Çelik kadar sert ve dayanıklı	Uçak gövde ve kanadı, oto kaplamaları, pervane
Silümin	84 Al, 16 Si	Kimyasal etkenlere dayanıklı, sağlam	Kimya endüstrisi için metal eşya
Y-alaşımı	92 Al, 8 Cu	Esnek ve sağlam	Hafif yaylar, oto parçaları, süs eşyası
Alüminyum tuncu	91,5 Al, 4 Cu, 1,5 Mg, 2 Ni, 1 Fe	Döküme elverişli, sert, esnek ve sağlam	Hafif motorlar, hafif aletler

5 — BAZI ÖNEMLİ ALÜMİNYUM BİLEŞİKLERİ:

Alüminyum Oksit Al_2O_3:

Al_2O_3 ün tabiatta bulunan kristal yapılı türüne **korund** denir. Korund içinde az miktarda NiO bulunursa **zümrüt** (yeşil), Cr_2O_3 bulunuyorsa **yakut** (kırmızı) adını alır; bunlar değerli taşlardır. **Zımpara** Al_2O_3, Fe_2O_3 ve SiO_2 karışımıdır.

Al_2O_3 laboratuvarda $Al(OH)_3$ veya $Al_2(SO_4)_3$ ın ısıtılmasıyle elde edilir. Sulu haldeyken amfoter özellik gösterir, asit ve bazlarla birleşir. Bazlarla yaptığı tuzlara **alüminat** adı verilir.

$$Al_2O_3 + 6HCl \longrightarrow 3H_2O + 2AlCl_3$$
$$Al_2O_3 + 2NaOH \longrightarrow H_2O + 2NaAlO_2 \text{ (sodyum meta alüminat)}$$

Şiddetle kızdırılmış, susuz Al_2O_3 e asitler ve bazlar etki etmez; **yüksek** sıcaklığa dayanıklı ateş tuğlaları yapılmasında kullanılır.

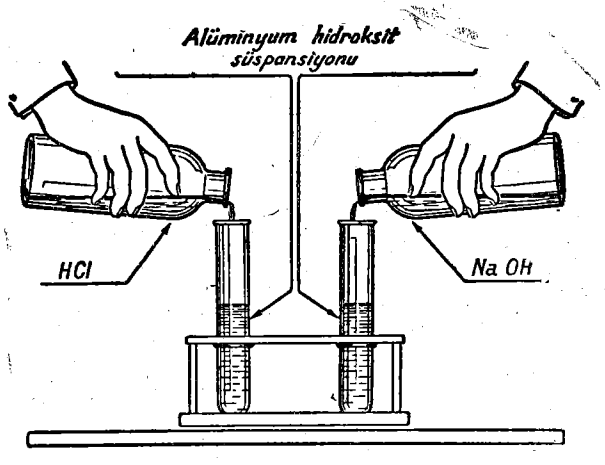
Alüminyum Hidroksit $Al(OH)_3$:

Laboratuvarda alüminyum tuzu eriyiğinden NH_3 veya Na_2CO_3 ile çöktürerek elde edilir.

$$AlCl_3 + 3NH_3 + 3H_2O \longrightarrow 3NH_4Cl + Al(OH)_3$$

DENEY: 3 — a) $AlCl_3$ eriyiğine damla damla amonyak eriyiği ekleyiniz. Beyaz, peltemsi $Al(OH)_3$ çöker. Süzünüz. Süzgeç kâğıdında kalan çökeleği yıkayınız, üçe ayırınız. Birisini porselen kapsülde kızdırınız, beyaz Al_2O_3 e dönüşür. İkinciye HCl, üçüncüye NaOH ekleyiniz, ikisi de erir. (Şekil: 63/B).

b) $AlCl_3$ eriyiğine damla damla NaOH eriyiği akıtınız. Önce $Al(OH)_3$ çöker, sonra NaOH in fazlasında erir.



Şekil: 63/B — Alüminyum hidroksit hem asitlerde hem de bazlarda erir.

$Al(OH)_3$ asitlerle ve kuvvetli bazlarla birleşerek tuz yapar, hem baz, hem asit özelliği gösterir. Böyle maddelere **amfoter madde** denir.

$$\underset{\text{Baz}}{Al(OH)_3} + \underset{\text{Asit}}{3HCl} \rightleftarrows \underset{\text{Tuz}}{AlCl_3} + 3H_2O$$

$$Al(OH)_3 + 3NaOH \rightleftarrows \underset{\text{Sodyum aluminat}}{Na_3AlO_3} + 3H_2O$$

Hidroliz:

DENEY: 4 — $AlCl_3$ eriyiğine mavi turnusol batırınız, kırmızıya döner.

$Al(OH)_3$ zayıf bir bazdır. Alüminyumun kuvvetli asitlerle yaptığı tuzların eriyiklerinden Al^{+3} iyonları, bir dengeye kadar, suyun OH^- iyonlarını alarak $Al(OH)_3$ yapar. Geriye kalan H^+ iyonları sebebiyle eriyik asit tepkimesi verir. Bu bir hidroliz örneğidir. Alüminyum tuzunun +3 yüklü Al^{+++} katyonu suyun OH^- iyonları ile birleşerek zayıf $Al(OH)_3$ bazını meydana getirmiştir. Öte yandan H^+ iyonları ile Cl^- iyonları serbest kalmışlardır. Görüldüğü gibi hidroliz nötürleşme ile zıt bir reaksiyondur (VII-7).

$$AlCl_3 + 3H_2O \rightleftarrows Al(OH)_3 + 3H^+ + 3Cl^-$$

Şap $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$:

DENEY: 5 — Kaynar suyla hazırladığınız K_2SO_4 ve $Al_2(SO_4)_3$ ın doymuş eriyiklerini karıştırınız. 1-2 damla H_2SO_4 ekleyiniz, soğumaya bırakınız. Sayısız şap kristalleri ayrılır.

$$K_2SO_4 + Al_2(SO_4)_3 + 24H_2O \longrightarrow 2KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$$

Şap bir çift tuzdur, oktaeder (düzgün sekiz yüzlü) kristal yapısındadır. Şap kristallerinde K^+, Al^{+3}, SO_4^{-2} iyonlarıyle H_2O molekülleri bulunur. Suda eriyince bunlar birbirinden ayrılır. Eriyik K_2SO_4 ve $Al_2(SO_4)_3$ karışımı gibi olur.

$$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O \longrightarrow K^+ + Al^{+3} + 2SO_4^{-2} + 12H_2O$$

Şapın kristal yapısı içinde K^+ yerine Na^+, NH_4^+ gibi +1 değerli ve Al^{+3} yerine Fe^{+3}, Cr^{+3} gibi +3 değerli iyonlar geçebilir. Böylece $NaAl(SO)_4)_2 \cdot 12H_2O$ sodyum alüminyum şapı, $NH_4Cr(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ amonyum krom şapı gibi değişik şaplar oluşur. Buna göre şapların genel formülü $M_1^{+1} \cdot M_2^{+3}(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ dur.

Bütün şapların kristal yapısı aynıdır. Böyle maddelere **izomorf maddeler** denir.

13. Mg_3N_2 sıcak suyla hidroliz olarak, NH_3 ve $Mg(OH)_2$ verir. 9 gram Mg dan elde edilen Mg_3N_2 N.Ş. da kaç litre NH_3 verir? (Cevap: 5,6 lit.).
14. 92 kg. saf dolomitten N.Ş. da kaç m^3 CO_2 ve kaçar kg. Mg ile Ca elde edebiliriz? (Cevap. 22,4 m^3 CO_2, 12 kg. Mg, 20 kg. Ca).
15. Okyanusların suyunda %0,5 $MgCl_2$, %0,3 $MgSO_4$ bulunur. 1 ton deniz suyundan kaç kg. Mg metali elde edilebilir? (Cevap: 1,863 kg. Mg).
16. İçinde %2 kil bulunan kalkerin 100 kg. ndan N.Ş. da kaç m^3 CO_2 elde edilir? Bu kalkerden elde edilen sönmüş kireçte % kaç kil bulunur? (Cevap: 21,952 m^3 CO_2, %2,75 kil).
17. Litresinde 16,2 mg. $Ca(HCO_3)_2$, 6,8 mg. $CaSO_4$, 6 mg. $MgSO_4$ bulunan suyun sertliği kaç derecedir? (Cevap: 2°).

BÖLÜM: IX

TOPRAK METALLERİ : ALÜMİNYUM, TOPRAK EŞYA VE ÇİMENTO

ANA ÇİZGİLER :

- Toprak metallerine genel bakış.
- Alüminyum, bulunuşu, elde edilişi, özellikleri, alaşımları.
- Seramikler, çeşitleri, yapılışı.
- Çimento, bileşimi, çeşitleri, elde edilişi, sertleşmesi.

1 — GENEL BAKIŞ :

III.A grubu elementlerinden B (bor) ametal; Al, Ga (galyum), İn (indiyum), Tl (talyum) metaldir. Metallerin oksitleri toprakta bulunduğu için bunlara **toprak metalleri** adı verilir. 1. Toprak metalleri parlaktır, yüzeyleri koruyucu oksit katmanıyle örtülüdür, 2. +3 değerli olurlar, 3. Aktiflikleri II.A grubu elementlerinden daha azdır, 4. Oksitleri suyla birleşmez, hidroksitleri suda erimez.

Toprak Metalleri ve Bazı Özellikleri

Adı:	Alüminyum	Galyum	İndiyum	Talyum
Sembolü	Al	Ga	İn	Tl
Atomnumarası	13	31	49	81
Atom tartısı	27	70	115	204
Elektron düzeni	2.8.3	2.8.18.3	2.8.18.18.3	2.8.18.32.18.3
Yoğunluk gr./cm³	2,70	5,9	7,3	11,83
e.n. °C	660	30	156	302
k.n. °C	2057	1983	2000	1457

ALÜMİNYUM

2 — BULUNUŞU VE ELDE EDİLİŞİ:

Bulunuşu:

Alüminyum yerkabuğunun %7'sini yapar, fakat tabiatta serbest halde bulunmaz. Bileşikleri çok yaygındır. $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ feldispat (ortoklas), $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ kaolen (saf kil) gibi silikatlar en bol bulunan bileşiklerdir. $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$ boksit ve Na_3AlF_6 kriyolit endüstri yönünden önemli minerallerdir. Al_2O_3 korund ve zımpara minerallerini yapar.

Elde Edilişi:

Alüminyum boksitten sağlanan saf Al_2O_3'in elektroliziyle elde edilir. Boksit filizinin %50-70'i saf Al_2O_3, geri kalanı Fe_2O_3, SiO_2 ve H_2O dur. Endüstride 1. Önce boksit «temizlenerek» saf Al_2O_3 elde edilir, 2. Sonra ergimiş Al_2O_3 elektroliz edilir.

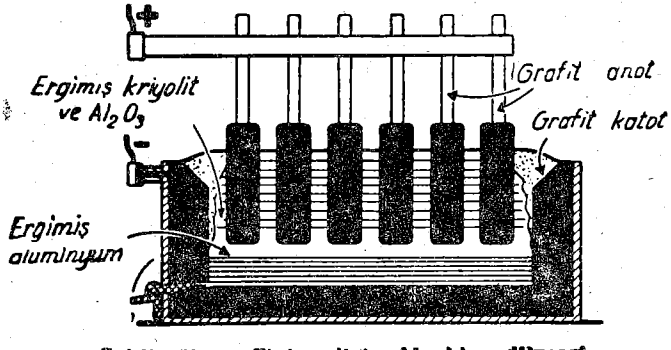
1. **Boksitin «temizlenmesi»:** İnce dövülmüş boksit sıcak ve derişik NaOH eriğiyle karıştırılır. Amfoter Al_2O_3 (alüminyum oksit), $NaAlO_2$ (sodyum alüminat) haline dönüşerek suda erir; Fe_2O_3 ve SiO_2 çökerler.

$$Al_2O_3 + 2NaOH \longrightarrow 2NaAlO_2 + H_2O$$

Eriyik süzülür, soğutulur. Su eklenerek seyreltilir. Hidrolizle kolloidal olarak ayrılan $Al(OH)_3$'i çöktürmek için biraz saf $Al(OH)_3$ konur. $Al(OH)_3$'in hepsi çöker. Süzülür, süzüntü NaOH eriyiğidir, yoğunlaştırılarak tekrar kullanılır. Çökelek alınır, ısıtılarak Al_2O_3'e çevrilir.

$$NaAlO_2 + 2H_2O \longrightarrow Al(OH)_3 + NaOH$$
$$2Al(OH)_3 \longrightarrow Al_2O_3 + 3H_2O$$

2. **Elektroliz:** Al_2O_3'in ergime sıcaklığını düşürmek için Na_3AlF_6 (kriyolit) ile karıştırılır. Karışım ergitilir ve elektroliz edilir.



Şekil: 61 — Elektrolizle Al elde edilmesi.

Katot: $2Al^{+3} + 6e \longrightarrow 2Al^{0}$

Anot: $3O^{-2} - 6e \longrightarrow 3/2O_2^{\circ}$

Elektrotlar grafittir. Ergimiş Al kabın dibinde toplanır, kalıplara alınarak katılaştırılır. Bu yöntemi Charles Martin Hall 1886'da Oberlin Koleji öğrencisiyken bulmuştur. Bu buluş sayesinde alüminyum üretimi çok artmış ve ucuzlamıştır. Koleje C.M. Hall'ın alüminyumdan bir heykeli dikilmiştir (Şekil: 61/A).

Şekil: 61/A — C. M. Hall. Alüminyum heykeli.

3 — ÖZELLİKLERİ:

Fiziksel Özellikleri:

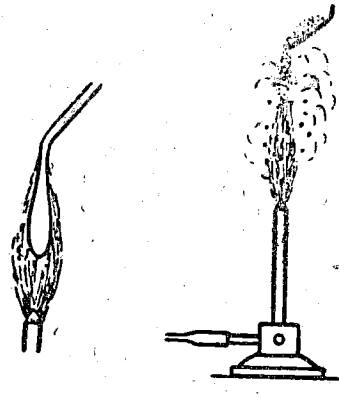
Alüminyum mavimsi beyaz renkli parlak, hafif bir metaldir. Kolay ergir, ince tel ve levha haline gelebilir. Isı ve elektrik iletkenliği büyüktür.

Kimyasal Özellikleri:

Alüminyum aktif bir metaldir, fakat yüzeyi koruyucu oksit katmanıyle örtüldüğü için havadan etkilenmez, kolay yanmaz. Yüksek sıcaklıkta hava ve O_2 içinde parlak bir ışık vererek yanar. Cl_2 ve N_2 ile birleşir.

$$2Al + 3/2O_2 \longrightarrow Al_2O_3 + En.$$

$$Al + 3/2Cl_2 \longrightarrow AlCl_3$$



Şekil: 62 — Alüminyum kolay ergir, ince tozu kıvılcım saçarak yanar.

DENEY: 1 — Renksiz bunzen alevi üzerine ince alüminyum tozu serpiniz, parlak kıvılcımlar saçarak yanar (Şekil: 62).

Hem asitlerle, hem de bazlarla H_2 çıkışıyle birleşir, amfoter bir metaldir.

$$2Al + 6HCl \longrightarrow 2AlCl_3 + 3H_2$$

$$2Al + 6NaOH \longrightarrow 2Na_3AlO_3 + 3H_2$$

Bu sebepten alüminyum kaplar OH^- iyonu veren soda vb. maddelerle yıkanmaz. Ancak üzerindeki oksit katmanı kaldırılmış alüminyum (aktif alüminyum) suya etki edebilir.

Şekil: 64/C — Bozüyük Seramik Fabrikası tünel fırını.

gibi sağlık seramikleri yapar. Hammaddelerden feldispat, kaolen, kil, yurt içinden, sır maddeleri, renk verici oksitler vb. yurt dışından sağlanır.

Bozüyük Seramik Fabrikası: (Şekil: 64/C) Sümerbank ve Türkiye Emlâk Kredi Bankasının ortak kurumu olan fabrika 1966 nisan ayında işletmeye açılmıştır. Yıllık üretim gücü 3000 ton duvar fayansı ve 3000 ton renksiz yer (kare) döşemesidir. Duvar fayansının 1950 tonu renksiz, 1050 tonu renklidir.

ÇİMENTO

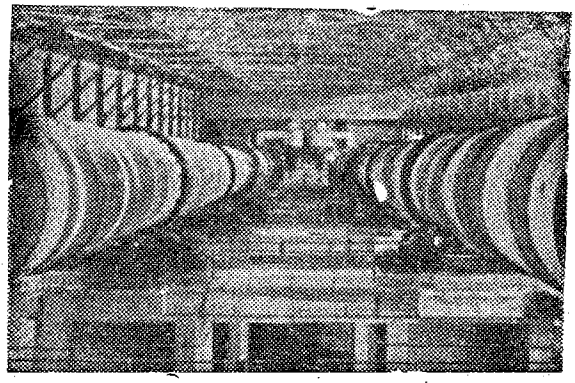
9 — ÇİMENTO, YAPISI VE ELDE EDİLMESİ :

Çimento Nedir?

Çimento, toz haline getirilip suyla karıştırılınca sertleşen, karmaşık (kompleks), kalsiyum silikat ve kalsiyum alüminatlar karışımıdır. Çimentonun bileşiminde bulunan oksitler şöyle sıralanabilir:

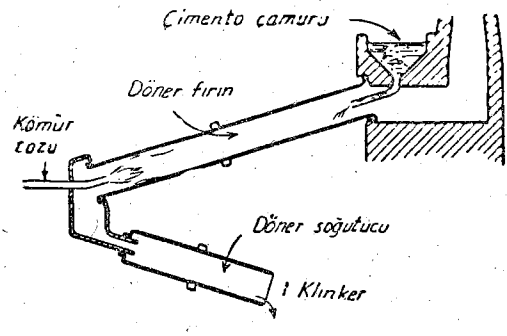
CaO	Al_2O_3	SiO_2
MgO	Fe_2O_3	SO_3

Çimento Nasıl Yapılır?



Şekil: 65 — Döner çimento fırını.

Çimento, 1. Yaş metot veya 2. Kuru metotla yapılır. Her ikisinin de ilkel maddeleri kireç, kil, az oranda alçıdır. Önce 3 kısım kireç taşı 1 kısım kil kırıcılarda parçalanır. Kuru metotta su eklenmeden, yaş metotta suyla karıştırılarak, içinde çelik küreler bulunan boru değirmenlerinde öğütülür. Sonra basınçlı havayla iyice karıştırılır. Yaş metotta, elde edilen «çamur» bir süre dinlendirilir. Daha sonra «çamur» veya kuru metotta «ham un» denen karışım, çimento fırınlarına gönderilir. Çimento fırınları 50-70 m. boyunda, 2-3 m. çapında, içi ateşe dayanıklı tuğlalarla örülmüş, hafif eğimli, döner silindirlerdir. Bunlara **döner fırın** (Şekil: 65) denir. Fırının alt kısmında havayla püskürtülen kömür tozu veya fuel oil (ağır yakıt yağı) sıcaklığı 1500°C yi bulan bir alevle yanar. Üst kısımdan akıtılan «ham un» veya «çamur», fırın döndükçe yavaş yavaş ısınarak yüksek sıcaklığa doğru ilerler (Şekil: 65/A). Çamur önce kurur, 900-1000°C de kireç taşı ve kil bozunur.

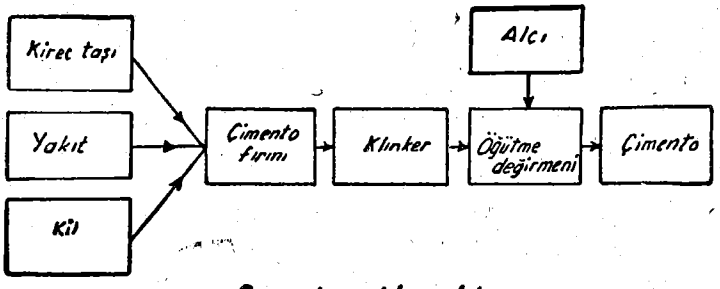


Şekil: 65/A — Döner fırın şeması.

$$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$$

$$Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O \longrightarrow Al_2O_3 \cdot SiO_2 + 2H_2O$$

Fırının sıcak yerine (alt kısmı) ilerleyen kütle 1500°C de yumuşar ve yapıları karışık (kompleks) kalsiyum silikatlarla kalsiyum alüminatlar oluşur. İrili ufaklı bilye tanelerine benzeyen ürüne **klinker** denir. Klinker soğutulur, içine %2 oranında alçı taşı (jips) karıştırılır (Şekil: 65/B). Öğütülür, ince toz halindeki çimento 50 kiloluk torbalara doldurulur. Alçı taşı çimentonun sertleşme hızını ayarlar.



Şekil: 65/B — Çimento fabrikasyonu şeması.

Çimento türleri:

Portland çimentosu: Kireç taşı ve kilden çimento ilk defa İngiltere'de elde edilmiş ve sertleştiği zaman Portland adasındaki kayalara benzediği için **Portland çimentosu** adını almıştır. Çağımızda da kil ve kireç taşı karışımından elde edilen ve bileşimi ilk Portland çimentosuna benzeyen çimentolar aynı adla tanınır.

Portland çimentosunun ortalama % bileşimi: CaO 58-67, Al_2O_3 4-11, SiO_2 19-26, MgO 0-5, Fe_2O_3 2-5, SO_3 1-2,5'tir.

Beyaz Portland çimentosunda Fe_2O_3 oranı düşüktür. Boksit ve kireç taşı karışımından elde edilir.

Cüruf (dışık) çimentosu: Yüksek fırından çıkan dışık da kalsiyum silikatlar ve alüminatlar karışımıdır. Fakat CaO oranı düşüktür. Buna uygun miktarda kireç taşı karıştırılarak elde edilen çimentoya **cüruf çimentosu** denir.

Demir-Portland çimentosu: %30 yüksek fırın dışığıyle %70 Portland çimentosu karışımıdır.

10 — ÇİMENTO HARÇLARI VE SERTLEŞMESİ:

Çimento harcı: Kum, çimento ve su karışımıdır. Bazı harçlara biraz kireç karıştırılır. Duvarcılıkta ve sıva işlerinde kullanılır.

Beton: Kum, çimento, su, çakıl veya taş kırığı karıştırılarak yapılır. Çimento harcından daha sert ve dayanıklıdır. Özellikle yapı temelleri, kanal, su künkleri, su deposu, yol yapımında kullanılır.

Betonarme: Demir çubuklardan iskeleti olan betondur. Beton demire sıkıca yapışarak paslanmasını; demir de betonun çatlamasını önler ve kopmaya karşı direncini artırır. Betonarme; bina, köprü ve baraj yapımında kullanılır.

Çimento Nasıl Sertleşir?

Çimento suyla karıştırılınca silikat ve alüminatlar hidroliz olur ve $Ca(OH)_2$ oluşur.

$$3CaO \cdot SiO_2 + H_2O \longrightarrow 2CaO \cdot SiO_2 + Ca(OH)_2$$

Trikalsiyum silikat

Sonra yavaş yavaş oluşan polisilikat iskeletleriyle $Ca(OH)_2$ ve havanın CO_2 inden meydana gelen $CaCO_3$ bütün kütleyi örümcek ağı gibi sarar. Kum ve çakıl taneciklerini ve demir çubukları birbirine bağlar.

11 — YURDUMUZDA ÇİMENTO ÜRETİMİ (Okuma parçası):

Yurdumuzda ilk çimento fabrikası 1911 yılında Darıca'da kuruldu. Fabrika o zaman 20.000 ton çimento üretebiliyordu. Aynı yıl Eskişehir'de ikinci fabrika açılmıştır. Çimento fabrikalarımız Cumhuriyet devrinde gelişmiştir. İlk fabrikaları Ankara Istanbul (Yunus ve Zeytinburnu) fabrikaları izlemiştir. Her yıl gittikçe artan çimento tüketimini karşılamak için açılan fabrikaların sayısı 1973 başlarında 28'i bulmuştur.

Bir ülke geliştikçe daha çok çimento tüketir. Çünkü yeni yapılan yol, baraj, köprü, fabrika ve konut sayısı tüketilen çimento miktarı ile orantılı olur. Hızla gelişen ülkemizde çimento tüketimi ile birlikte üretim de hızla artmaktadır. 1929'da 65.000 ton olan üretim 1956'da 1,5 milyon, 1969'da 5 milyon 700 bin tona, 1972 sonunda ise 11 milyon tona ulaşmıştır. Planlama hedeflerine göre üretim her yıl % 12 oranında artmaktadır. Bunun sonucu olarak 1979 yılına kadar dışardan çimento satın alan ülkemizin 1973 yılında dış ülkelere 2 milyon ton çimento satacağı sanılmaktadır.

ÖĞRENDİKLERİMİZİN ÖZÜ

- **Toprak metalleri +3 değerli, aktif metallerdir. Oksitleri suyla birleşmez, hidroksitleri suda erimez.**
- **Alüminyum, $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$ (boksit) ten sağlanan saf Al_2O_3 ün ergitilerek elektrolizinden elde edilir.**
- **Al, Al_2O_3, $Al(OH)_3$ amfoter maddelerdir. Hem asitlerle, hem bazlarla birleşir.**
- **Alüminyum tozu ve ağır metal oksit karışımına termit denir. Termit karışımıyle ağır metal elde etmeye alüminotermi denir.**
- **Kilden yapılan eşyalara seramik adı verilir.**
- **Tuğla, testi gibi ucuz seramikler gözenekli; porselen gözeneksizdir.**
- **Çimento kireç taşı ve kil karışımının döner fırınlarda ısıtılmasıyle elde edilir.**
- **Çimento suyla sertleşen kalsiyum silikatlar ve alüminatlar karışımıdır.**

SERAMİK: TOPRAK EŞYA

6 — SERAMİKLER VE ÖZELLİKLERİ:

Seramik Nedir?

Topraktan (kilden) yapılmış eşyaya **seramik** adı verilir. Seramik eşya, 1. Kerpiç, tuğla, testi gibi gözenekli; 2. Porselen gibi gözeneksiz olabilir. Kerpiç, tuğla, testi, fincan, porselen kapsül parçalarını inceleyiniz.

1. Kerpiç, tuğla, testi gözenekli, kaba görünüşlü ve heterojendir. Yeni kırılmış testi parçaları dile yapışır, toprağımsı tadı vardır. Su çeker. Kerpiç, tuğla ve testi parçalarına vurulunca tok bir ses çıkar.

2. Tabak, fincan, porselen kapsül gözeneksizdir. Homojen, düzgün görünüşlü, yarı saydam ve cilâlıdır. Vurulunca çınlar.

Kil Nedir?

Kil, temel maddesi kaolen (saf kil) olan bir karışımdır. Kaolen feldispatın hava ve su etkisiyle ayrışmasından oluşur.

$$\underset{\text{Feldispat}}{K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2} + CO_2 + 2H_2O \longrightarrow K_2CO_3 + 4SiO_2 + \underset{\text{Kaolen}}{Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O}$$

Yağmurlar K_2CO_3'u eriterek alır, fakat kaolenin yanında her zaman silis ve ayrışmamış feldispat bulunur. Sularla sürüklenen kaolene $CaCO_3$, $MgCO_3$, Fe_2O_3 ve organik kalıntılar karışır ve çukur yerlerde toplanarak kil yataklarını yapar. Bu türlü killere plastik killer denir. Yapışkan ve plastik (kolayca şekil verilen) bir çamur verir. Kilin içindeki SiO_2 ve karbonatlar büzülmeyi ve çatlamayı önler. Feldispat kolay ergir, pişirmede gözenekleri kapatır.

Seramiklerin özellikleri neye bağlıdır? Seramiklerin özellikleri kullanılan ilkel maddelere, işleme ve pişirme yöntemlerine bağlıdır.

7 — SERAMİKLER NASIL YAPILIR?

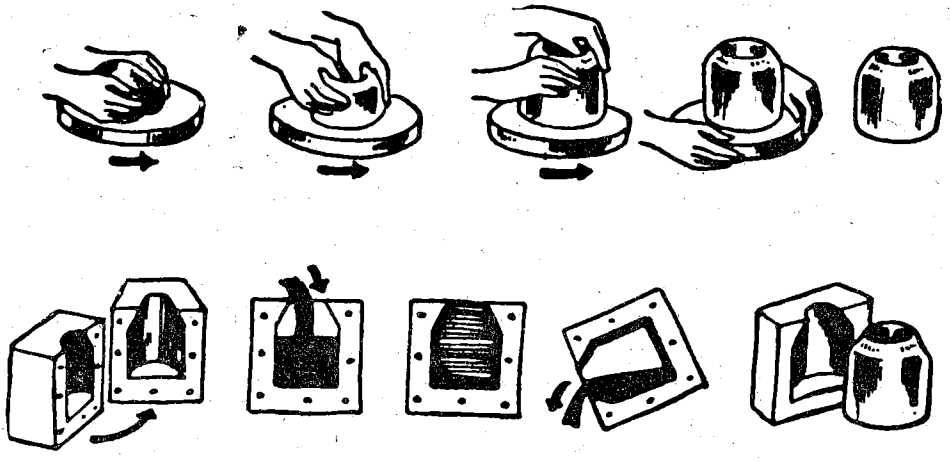
Seramik eşya yapılırken sırasıyle, a) Çamurun hazırlanması, b) Çamura şekil verme (kalıplama), c) Şekil verilmiş eşyanın kurutulması, d) Pişirme, e) Sırlama ve süsleme işlemleri uygulanır.

Gözenekli Eşya Nasıl Yapılır?

Kerpiç, tuğla, kiremit, testi, çömlek gibi ucuz, gözenekli eşya her yerde bulunabilen plastik kilden yapılır.

Tuğla, kiremit: a) Plastik kilden yapılan iyi cinslerine, çatlamayı önlemek için kum, kireç ve feldispat tozu karıştırılarak çamur hazırlanır; b) Çamur elle tahta kalıplara dökülür veya kalıplama saatta 5000-15000 tuğla döken makinelerle yapılır; c) Güneşte veya yanan gazlarla ısıtılan tünellerde kurutulur; d) Alev fırınlarında 1000-1100°C de ısıtılır, bu işleme **pişirme** denir. Sıcaklık daha yükselirse yüzeyde ergime olur; ürün su geçirmez ve daha sağlamdır. Pişirildikten sonra görülen **kırmızı** renk Fe_2O_3 ten ileri gelir.

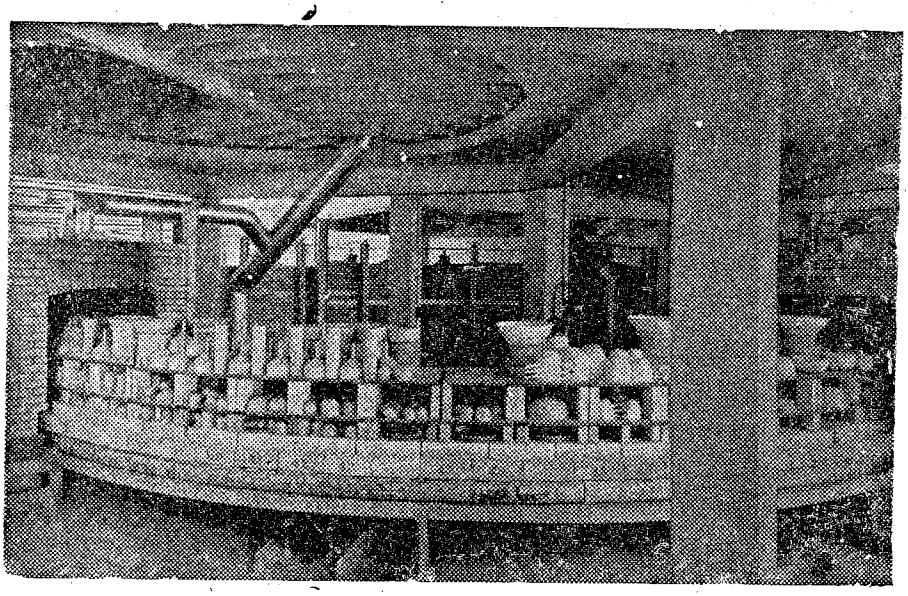
Testi-çömlek: a) Çamurun hazırlanması tuğlaya benzer; b) Şekillendirme çömlekçi tornasında (devvare) elle veya sulu çamur alçı kalıplara dökülerek yapılır. Alçı suyu emer, çamur iç yüzeye yapışarak



Şekil: 64 — Elle çömlekçi devvaresinde ve alçı kalıplarla seramiklere şekil verilmesi.

kalıbın şeklini alır. Çamurun fazlası akıtılır (Şekil: 64); c) Kurutulur; d) Raflı alev veya tünel fırınlarında 1100°C de ısıtılarak pişirilir. Tünel fırınları (Şekil: 64/A) sürekli olarak çalışır. Tekerlekli raflar fırının bir tarafından girer, öbür tarafından çıkar. ısıtma ve soğutma yavaş olduğu için ürün dayanıklıdır. Testiler gözeneklidir, su dışarı sızar, buharlaşarak içindeki suyu soğutur; e) Çömlek ve pekmez küplerinin yüzeyine sır maddesi sürülür. Ucuz çömlekler boraks veya NaCl eriyiğine batırılarak sırlanır.

Sırlama: Seramik veya metal yüzeyleri sır adı verilen camımsı maddelerle örtmeye **sırlama** denir. Sır genellikle belli bir sıcaklıkta yumuşayan silikatlar karışımıdır. Sırların bileşiminde Al_2O_3, CaO, PbO, SiO_2, (bazen B_2O_3) gibi oksitler bulunur. Ucuz sırlar boraks ve NaCl ile de yapılır, fakat dayanmaz. Bunlar renksiz ve saydam sırlardır. Renkli sır



Şekil: 64/A — Seramik tünel fırını.

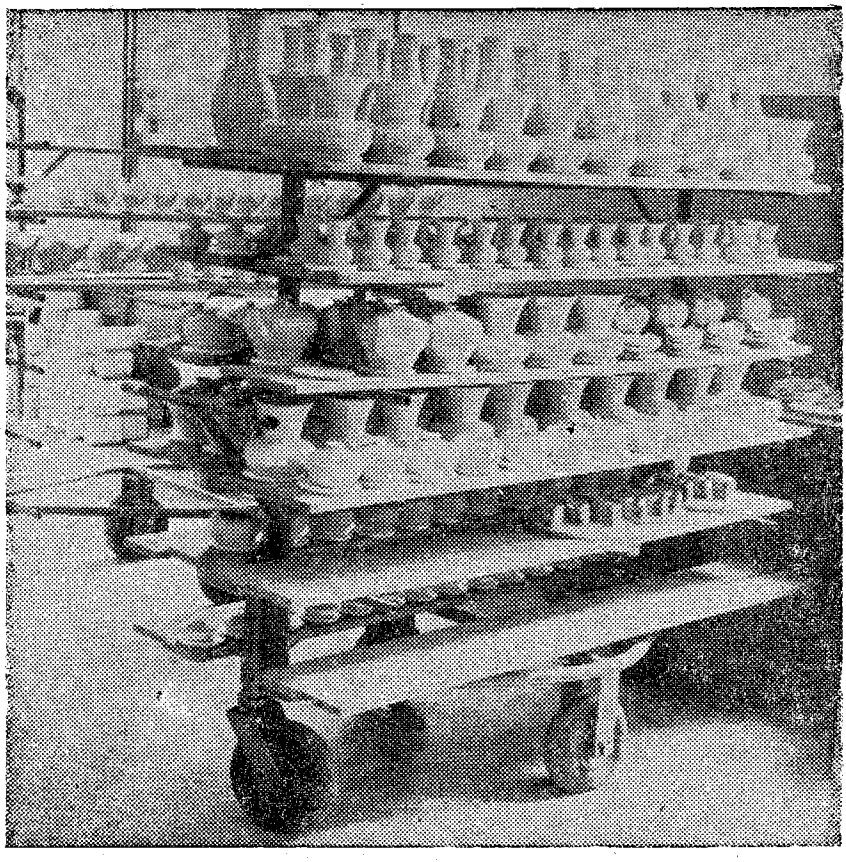
yapmak için Cr_2O_3, CoO, NiO, Fe_2O_3 vb. gibi renk verici metal oksitleri konur ve saydam olmayan sırlar SnO_2, Al_2O_3, CaF_2 eklenerek yapılır.

Sırlama yapmak için pişirilmiş seramik, sır maddesinin suspansiyonuna batırılır veya suspansiyon eşya üzerine püskürtülür. Sonra fırınlarda ilk pişirmeden daha yüksek sıcaklıkta pişirilir. Camımsı sır maddesi oluşur, yumuşayarak yüzeyi örter.

Gözeneksiz Seramik Nasıl Yapılır?

Çini, fayans: Çini ve fayans yapılan kilin çok saf olması gerekmez. Kullanılan kil çömlek kiliyle porselen kili arasındadır, içine biraz kum ve kireç karıştırılır. a, b, c işlemleri çömlekteki gibidir. Çamur hazırlanır, şekil verilir ve kurutulur; d) 1300°C de pişirilir, gözenekli ürün elde edilir; e) Üzerine sır maddesi sürülerek 1400°C de tekrar pişirilir ve sırlanır. Şekil ve desenler ya birinci pişirmeden sonra yapılır, ya da sırlamadan sonra yapılırsa üçüncü defa pişirmek gerekir.

Porselen: (Şekil: 64/B) Kaolin, feldispat ve SiO_2 karıştırılarak çamur hazırlanır Laboratuvarlarda kullanılan sert porselenlerde kaolen oranı daha yüksektir. a, b, c işlemleri yine çömlekte olduğu gibidir Çamur hazırlanıp şekil verilerek kurutulur; d) 1400°C de pişirilir, kütle yumuşayarak gözenekler kapanır; e) Feldispat, kaolen, kuvars, mermer tozu karışımıyle sırlanır. Şekil ve renkler ya sırlamadan önce yapılır, ya da sırlanmadan sonra yapılarak üçüncü defa pişirilir.



Şekil: 64/B — Fırınlanmak üzere raflara dizilmiş iyi cins porselenler.

8 — YURDUMUZDA SERAMİK ENDÜSTRİSİ (Okuma parçası):

Osmanlı İmparatorluğunun yükselme devrinde Türk seramikçiliği özellikle İznik, Kütahya ve Çanakkale yörelerinde gelişmiş ve camilerimizi süsleyen Kütahya çinileri ün salmıştı. Daha sonra Avrupa fabrikalarından gelen bol ve ucuz seramiklerle el tezgâhlarında yapılan yerli seramikler boy ölçüşememiş ve bu sanat sönmüştür. Modern seramikçilik yurdumuzda II. Dünya Savaşından sonra başlamış ve hızla gelişmiştir. Süs seramikleri alanında son yıllarda değerli sanat eserleri ortaya çıkmıştır. Seramikçiliğin gelişmesinde Istanbul (Yıldız), Bozüyük ve yeni açılan Yarımca devlet işletmeleri kadar, özel sektörün yönettiği Çanakkale, Tuzla (Istanbul) fabrikaları, Kütahya tezgâhları ve bunun dışında kalan modern tuğla ve kiremit fabrikaları da önemli rol oynamaktadır.

Yıldız Sermik Fabrikası: 1892 yılında kurulmuştur. Makineleri eskiyen fabrika I. Dünya Savaşında kapanmış, 1958 yılında Sümerbank'a devredilerek yeni makineler ve fırınlarla 1961 yılında tekrar çalışmaya başlamıştır. Fabrikada yıllık üretim 210 tondur. Başlıca sofra takımları ve vazo, biblo, duvar tabakları

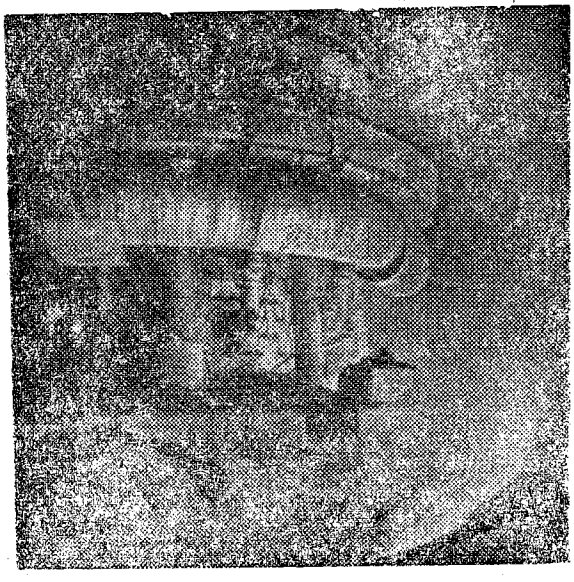
3. 1000°C de dışık (cüruf) oluşur.

$$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$$
$$CaO + SiO_2 \longrightarrow CaSiO_3$$

Temel reaksiyonlar dışık oluşumuyle biter, 1300-1500°C de demirin bir kısmı Fe_3C sementite dönüşür. Bu bir yan reaksiyondur.

$$3Fe + C \longrightarrow Fe_3C$$
$$3Fe + 2CO \longrightarrow Fe_3C + CO_2$$

Süngerimsi demir, bir kısım karbon ve sementit eritir, ergime sıcaklığı düştüğü için sıvılaşarak fırının pota bölümüne toplanır ve dışarı akıtılır (Şekil: 66/A). Yüksek sıcaklıkta bir miktar MnO_2, SiO_2 (ve eğer filizde varsa P_2O_5, SO_3) indirgenerek Mn, Si (P, S) elementleri açığa çıkar ve sıvı demirde erir.



Şekil: 66/A — Sıvı ham demirin yüksek fırından dışarı akıtılması.

Ham Demir (Font veya Pik):

Yüksek fırında elde edilen ürüne (Şekil: 66/A) ham demir veya font, ya da pik demiri denir. İçinde %1,7-4,5 C ve filizin cinsine göre daha az oranda Mn, Si, S, P gibi yabancı maddeler bulunur.

Beyaz pik: Eğer ham demirde Mn varsa bunun katalitik etkisiyle karbon sementite (Fe_3C) dönüşür. Sementitli pikin rengi beyazdır, **beyaz pik (font)** adını alır. Sert ve kırılgan olan beyaz pik döküme elverişli değildir.

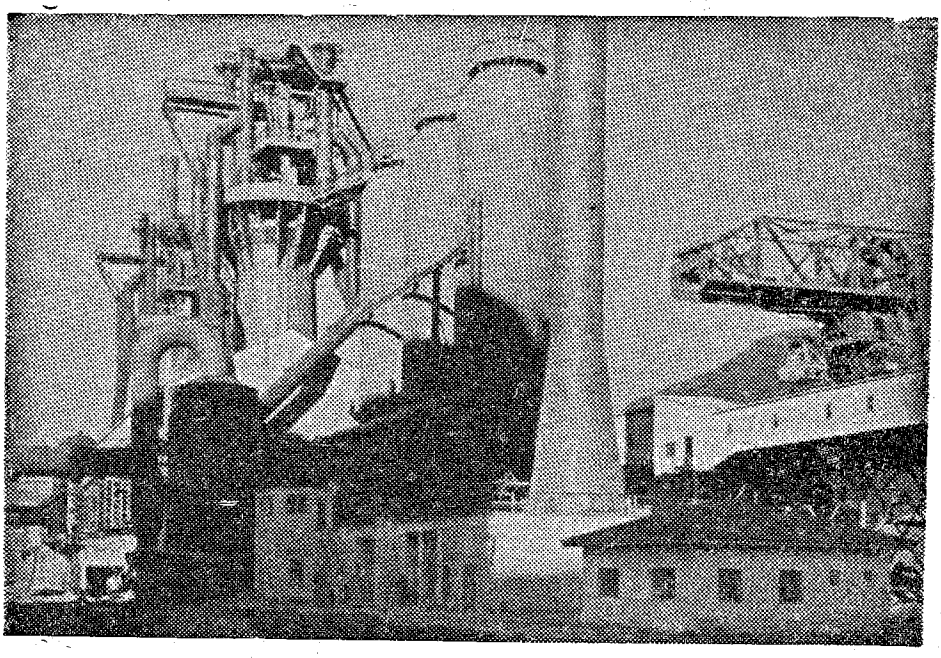
Gri pik: Silisyumlu pikte karbon grafit şeklinde erimiştir. Rengi gri olduğu için buna **gri pik** denir. Sertliği daha azdır, döküme elverişlidir.

3 — YURDUMUZDA DEMİR-ÇELİK FABRİKALARI

(Okuma parçası):

Karabük Demir ve Çelik Fabrikaları (Şekil: 66/B) 1939'da Sümerbank yönetiminde işletmeye açılmış, 1955 yılında bağımsız bir yönetime kavuşmuştur. Fab-

rikaya 1952'de ikinci, 1962'de üçüncü yüksek fırın eklenmiştir. Böylece külçe çelik üretimi 1940'ta 40 bin tondan 1964'te 400 bin tona, ve sonra yapılan eklerle 1972'de 634 bin tona ulaşmıştır. Karabük fabrikaları boru, çubuk, rav, putrel yanında az oranda lama ve saç gibi yassı çelikler üretir



Şekil: 59/9 — Karabük Demir-Çelik Fabrikasında yüksek fırın.

1964 yılında açılan Ereğli Demir-Çelik Fabrikaları lama, levha saç ve teneke üretir. Fabrika açıldığı zaman 370 bin ton olan çelik üretimi 1972'de 644 bin tona ulaşmıştır. Yapılacak genişletme çalışmaları ile üretimin daha da artması öngörülmüştür.

1974 sonbaharında açılması beklenen İskenderun Demir-Çelik Fabrikaları ise 2 milyon ton çelik üretebilecektir. Böylece 1975 yılında toplam çelik üretimi 4 milyon tonu bulacaktır.

3 — DEMİR ALAŞIMLARI :

Ham Demir, Çelik, Yumuşak Demir Nedir?

Demirden yapılmış her şey aslında bir demir alaşımıdır. Bu bakımdan demir alaşımları saf demirden daha önemlidir. Demir alaşımları eskiden beri, a) Ham demir, b) Çelik, c) Yumuşak demir türlerine ayrılır.

Ham demir (font veya pik): İçinde %1,7'den fazla karbon bulunur. Sert ve kırılgandır. İşlemeye elverişli değildir. Tel ve levha haline gelmez, Soba, ütü yapımında kullanılır.

Çelik: İçindeki karbon oranı %1,7 ve %0,25 arasında olan demir alaşımıdır. Su verilince sertleşir, esnek ve dayanıklıdır. Kalıcı mıknatıslanma özelliği gösterir.

Yumuşak demir: Karbon oranı %0,25'ten az olan demirdir. Su verilince sertleşmez, çelikten daha yumuşak, daha az dayanıklıdır. Isıtılınca kolayca dövülebilir, kızıl korda yumuşak demir parçaları üst üste konur, çekiçle dövülürse birbirine kaynar. Geçici olarak mıknatıslanır. Ham demir demir filizinden, çelik ve yumuşak demir ham demirden; saf demir ise ergimiş demir tuzlarının elektroliziyle elde edilir. Son yıllarda içinde %0,25'ten daha az karbon bulunan çok yumuşak çelikler yapılmıştır. Bunun için, yumuşak demir de çelik sınıfına alınmış ve içinde %1,7'den daha az karbon bulunan demir alaşımlarının hepsine birden çelik adı verilmiştir.

Çelik Türleri:

Adı	%C
Çok yumuşak çelik	0,05—0,15
Yumuşak çelik	0,15—0,25
Orta karbonlu çelik	0,25—0,60
Yüksek karbonlu çelik	0,60—0,70
Yay çeliği	0,70—0,80
Çok sert çelik	0,80—1,7

Çeliklerin Özellikleri Nelere Bağlıdır?

Çeliklerin özellikleri başlıca, a) İçindeki karbon ve başka elementlerin oranına, b) Isıtma ve soğutma işlemlerine bağlıdır. Çeliğin içinde fosfor ve kükürt bulunması istenmez. Fosforlu çelik adi sıcaklıkta, kükürtlü çelik ısıtılınca kırılgan olur. Buna karşılık az oranda bulunan silisyum döküm kolaylığı sağlar. Manganez sertlik ve esneklik verir. Krom ve nikel mekanik sağlamlığı, oksitlenmeye karşı dayanıklılığı artırır.

Özel Çelikler:

Adi çeliğe, istenen özellikleri kazandırmak amacıyle, çeşitli metal ve ametaller karıştırılarak **özel çelikler** elde edilir. Karıştırma çoğunlukla ham demirden çelik elde etme işleminin son basamağında yapılır. Düşük karbonlu adi çelik, karıştırılması istenen elementin demirle yaptığı (ferromangan, ferrokrom vb. gibi) yüksek karbonlu alaşımıyle birlikte ergitilir. Bazı özel çelikler aşağıda gösterilmiştir:

Adı	Yabancı metal % si	Özelliği	Kullanılışı
Manganez çeliği	7-20 Mn	Sert, kolay aşınmaz.	Ray, kasa, mığfer, buldozer.
Kobalt çeliği	2,5-15 Co	Yüksek sıcaklığa dayanır.	Burgu, testere.
Nikel çeliği	3-40 Ni	Sert, esnek, dayanıklı.	Top, putrel.
İnvar çeliği	36 Ni-5 Mn	Genleşme katsayısı küçük.	Sarkaç, meteoroloji aletleri.
Krom çeliği	1-20 Cr	Sert, sağlam, güç paslanır.	Zırh, dingil; eğe, yaylar.
Paslanmaz çelik	13 Cr-8 Ni	Sert, sağlam, güç paslanır.	Radyatör, mutfak eşyası, ameliyat aletleri.
Wolfram çeliği	4-8 W	Yüksek sıcaklıkta bile sert, esnek, dayanıklı. Wolfram çeliği gibi.	Matkap, torna.
Molibden çeliği	0,25-2 Mo		Kesici, delici aletler, mıknatıs.
Vanadin çeliği	0,1-2 V	Esnekliği molibden çeliğinden çok.	Oto yayları, makasları, krank.
Silisyum çeliği	2,5-20 Si	Esnek, manyetik geçirgenliği çok, asitlere dayanıklı.	Yay, dinamo, asit tankları.

Son yıllarda bulunan nioblu (Nb) çelikler çok yüksek sıcaklığa dayandığı için jet motorlarında kullanılır.

Isıtma-Soğutma İşlemleri (Termik İşlemler):

Çelik 800°C (kızıl kor) a kadar ısınınca yumuşar, dövülerek şekil verilebilir. 800°C ye ısıtılmış çelik su veya yağ içine daldırılırsa hızla soğuyarak sertleşir. Bu işleme **çeliğe su verme** denir. Su verilmiş çelik esnektir, fakat kolay kırılır. Su verilmiş sert çeliği 800°C ye kadar ısıtarak yavaş yavaş soğutmaya **tavlama** denir. Tavlanmış çelik sertliğini ve esnekliğini kaybeder, çekiçle dövülebilir. Su verilmiş çeliği 800°C den daha küçük sıcaklığa ısıtıp birdenbire soğutmaya **menevişleme** denir. Menevişlenmiş çelik esnektir, fakat fazla sert ve kırılgan değildir.

DÜŞÜNÜNÜZ, ARAŞTIRINIZ, CEVAPLANDIRINIZ :

1. Boksit filizinden, a) Alüminyum, b) Beyaz çimento nasıl elde edilir?
2. Alüminyumun üç özelliğini ve bunlara dayanan kullanma yerlerini açıklayınız.
3. Al parçaları NaOH, HCl ve $HgCl_2$ eriyiklerine atılırsa ne gibi değişmeler olur? Denklemlerle gösteriniz.
4. Al_2O_3 ten $AlCl_3$, $Al(OH)_3$, şap nasıl elde edilebilir? Denklemlerle gösteriniz.
5. Al_2O_3 ile $Al(OH)_3$ in ayrı ayrı H_2SO_4, NaOH, Na_2CO_3 ile verdiği reaksiyonları karşılaştırınız. Denklemlerle gösteriniz.
6. $NaAlO_2$ eriyiğinden, a) CO_2, b) HCl gazı geçirilirse ne olur? Denklemlerle gösteriniz.
7. Killden tuğla, çimento nasıl elde edilir? Kısaca açıklayınız.
8. Toprak testi ile porselen fincanı ilkel maddeleri, elde edilişleri ve özellikleri yönlerinden karşılaştırınız.
9. Çimento elde edilirken hangi ilkel maddeler alınır? Hangi yöntemler uygulanır? Çimento fırınında ne gibi kimyasal reaksiyonlar olur.
10. Sönmüş kireç, çimento ve alçının sertleşmesini karşılaştırınız.
11. Silikat, alüminat, şap, amfoter nedir? Birer örnekle açıklayınız.
12. İçinde %69 saf boksit minerali bulunan bir filizin 1 tonundan kaç kg. Al ve kaç kg. $Al_2(SO_4)_3$ elde edilebilir?
(Cevap: 270 kg. Al, 1710 kg. $Al_2(SO_4)_3$).
13. Amonyum-alüminyum şapındaki su yüzdesi nedir?
14. 0,2 mol Al dan kaç gr. $AlCl_3$ elde edilebilir? Bunun için N.Ş. da kaç litre Cl_2 veya HCl gazı gerekir?
(Cevap: 26,7 gr. $AlCl_3$, 6,72 lit. Cl_2, 13,44 lit. HCl).
15. 26,7 kg. $AlCl_3$ den başlayarak kaç kg, $Al(OH)_3$ veya $Al_2(SO_4)_3$ elde edilebilir? (Cevap: 15,6 kg. Al $(OH)_3$, 34,2 kg. $Al_2(SO_4)_3$).

BÖLÜM: X

DEMİR VE ÇELİK

ANA ÇİZGİLER :

- **Demirin bulunuşu.**
- **Ham demir elde edilmesi, yüksek fırın.**
- **Demir alaşımları ve özel çelikler.**
- **Çelik elde edilmesi.**
- **Demirin özellikleri ve bileşikleri.**

1 — DEMİRİN BULUNUŞU VE FİLİZLERİ :

Bulunuşu:

Yerkabuğunda %4,7 oranında bulunan demire element halde, Grönland gibi bazı volkanik bölgelerde, pek az rastlanır. Fakat demirin oksit, karbonat ve sülfürleri çok yaygındır. Buna karşılık, dünyanın yarıçapı 2900 km. yi bulan çekirdeği ve bazı meteorlar Fe-Ni alaşımlarıdır.

Demir Filizleri:

Magnetit $Fe_3O_4(FeO \cdot Fe_2O_3)$: Demir 2, 3 oksit bileşiminde gri siyah renkte, kristal yapılı bir mıknatıs özelliği gösteren bir maddedir. Buna «mıknatıs taşı» adı da verilir.

Hematit Fe_2O_3: «Kırmızı demir taşı» denir; esmer kırmızı renklidir.

Limonit $Fe_4O_3(OH)_6$: Hematitten meydana gelmiştir. Koyu esmer kırmızı olan bu filiz (esmer demir taşı) çok yaygındır.

Siderit $FeCO_3$: «Demir spatı» adı da verilir, az oranda bulunur.

Pirit FeS_2: Bir polisülfür (kükürdün biri —2, diğeri 0 değerlidir) olan pirite çok rastlanır, SO_2 elde edilmede kullanılır. Bundan demir elde edilmesi ekonomik olmadığından demir filizi sayılmaz.

Demir filizlerinde ana mineralden başka SiO_2, Al_2O_3, MnO_2, $CaCO_3$, az oranda fosfat, sulfat ve sülfürler de bulunur. Bu yabancı maddelerin tümüne gang denir.

Yurdumuzda demir filizleri Sivas, Malatya, Balıkesir, Ankara, İçel Aydın dolaylarında bulunur. En önemlileri aşağıda gösterilmiştir:

Bulunduğu yer	Filiz cinsi	% Fe	Miktar
Divriği	Magnetit	60	35 milyon ton
Akdağ (Sivas)	Hematit	56-58	2 » »
Doğu Hekimhan	Limonit	48	12 » »
Batı Hekimhan	Magnetit	54-56	6 » »
Doğu Toroslar	Hematit	48-56	30 » »

2 — HAM DEMİR ELDE EDİLMESİ :

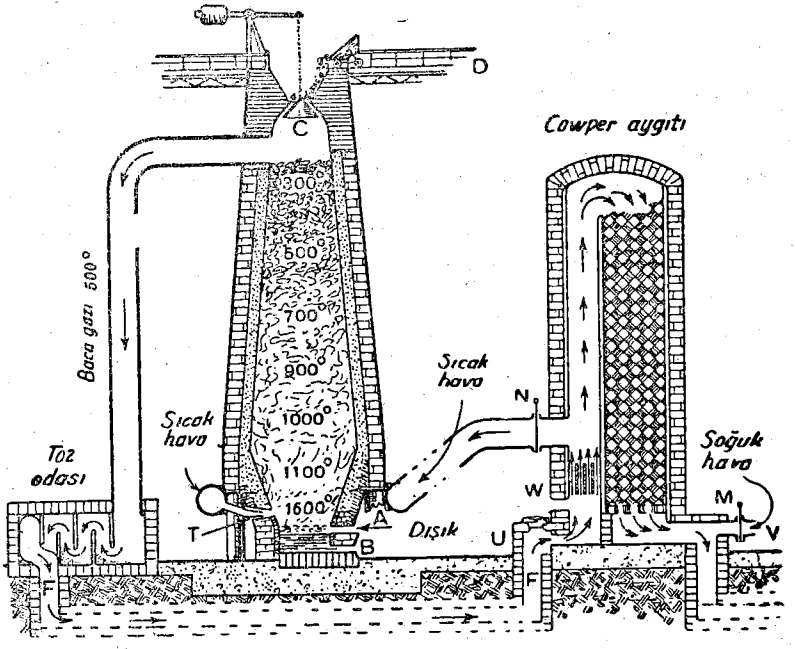
Demir oksitli filizlerini C ile indirgeyerek elde edilir. Eğer filiz siderit ise önce kavrulur.

$$2FeCO_3 + 1/2O_2 \longrightarrow Fe_2O_3 + 2CO_2$$

İndirgeme yüksek fırınlarda yapılır.

Yüksek Fırın:

Yüksek fırın 20-30 m. yüksekliğinde, 8-10 m. çapında ve geniş tabanları yapışık iki kesik koni biçimindedir (Şekil: 66). İçi ateş tuğlaları (Al, Fe silikat) ile örtülmüş, dışı çelik levhalarla kaplanmıştır. Bir yüksek fırın 80-100 ton ilkel madde alabilir. Üst kısmından sırasıyle bir kat kok,



Şekil: 66 — Yüksek fırın ve rekûperatör (Cowper aygıtı) şeması.

bir kat filiz ve ergitici karışımı konarak doldurulur. Alttan sıcak hava gönderilir ve ateşlenir. Üstten baca gazları çıkar. Fırının ağız bölümünde 300°C olan sıcaklık aşağı doğru indikçe yükselir, alt bölümünde 1600°C yi bulur. Fırın kesiksiz çalışır. Günde 2000 ton filiz, 1000 ton kok, 500 ton ergitici ve 5500 ton hava kullanılarak 1000 ton ham demir elde edilebilir.

Cowper Aygıtları (Rekûperatörler): Yüksek fırına önceden ısıtılmış hava göndermelidir, yoksa fırın soğur, ergimiş kütle katılaşır, fırın çalışamaz (fırın kendini astı denir).

Isıtma sırayla çalışan 2-3 Cowper aygıtı (rekûperatör) ile sağlanır. Aralarında boşluk kalacak şekilde tuğlalarla örülmüş Cowper aygıtı, yüksek fırından 500°C de çıkan baca gazları yakılarak ısıtılır. Baca gazlarında %25-30 CO, 1-2 H_2 ve hidrokarbonlar bulunur. Geri kalanı CO_2 ile N_2 dir. Bir Cowper aygıtı iyice ısıtıldıktan sonra gazlar ikincisine gönderilir. Sonra birincisinden ters yönde hava geçirilerek 800°C ye kadar ısıtılır, yüksek fırına gönderilir.

Ergiticiler ve Dışık:

Filizin içinde bulunan yabancı maddeleri (gang) kolay ergiyen ve dışık (cüruf) adını alan silikatlar, alüminatlar karışımına çevirmek için filize ergitici adı verilen maddeler eklenir.

Ergiticilerin cinsi ganga bağlıdır. Gangda çoğunlukla SiO_2 oranı yüksek olduğu için kireç taşı veya dolomit gibi bazik ergiticiler filizle karıştırılır. Meydana gelen ergimiş dışık (cüruf) potada toplanan sıvı ham demirin üstünü örterek alttan verilen havayla oksitlenmesini önler. Yüksek fırın dışığı cüruf çimentosu yapmakta kullanılır.

Yüksek Fırındaki Olaylar:

1. **CO oluşumu:** Alttan gönderilen hava koku yakar, CO_2 1000°C de CO e indirgenir, yanma ısısı fırını ısıtır.

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2$$
$$CO_2 + C \longrightarrow 2CO$$
$$\overline{2C + O_2 \longrightarrow 2CO}$$

2. **Demirin indirgenmesi:** Filiz fırının ağzından aşağıya doğru ilerledikçe sıcaklığı yükselir ve Fe_2O_3 basamak basamak demire kadar indirgenir. Açığa çıkan demir sünger gibi gözeneklidir.

$$Fe_2O_3 \circ\longrightarrow Fe_3O_4 \circ\longrightarrow FeO \circ\longrightarrow Fe \text{ (ve } Fe_3C)$$

İndirgeme reaksiyonları:

$$3Fe_2O_3 + CO \longrightarrow 2Fe_3O_4 + CO_2$$
$$Fe_3O_4 + CO \longrightarrow 3FeO + CO_2$$
$$FeO + CO \longrightarrow Fe + CO_2$$

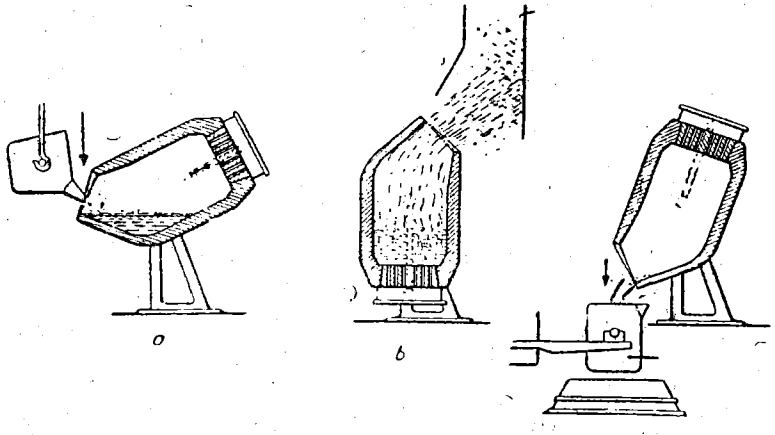
5 — HAM DEMİRDEN ÇELİK ELDE EDİLMESİ:

Çelik Nasıl Elde Edilir?

Ham demir (pik) den çelik elde etmek için C ve Si, Mn oranlarını düşürmek, varsa kükürt ve fosforu gidermek gerekir. Bu, 1. Bessemer, 2. Thomas, 3. Siemens-Martin ve 4. Elektrik fırınları yöntemleriyle yapılır. Hangi yöntemin uygulanacağı ham demirin cinsine ve elde edilmek istenen çekli türüne bağlıdır.

Bessemer Yöntemi:

Bu yöntemde 3-4 m. çapında, 6-7 m. yüksekliğinde, 15-35 ton ham demir alan, armut biçiminde konverter (değiştirgeç) adı verilen fırınlar (Şekil: 67) kullanılır. Yatay bir eksen etrafında dönebilen fırının içi SiO_2



Şekil: 67 — Bessemer-Thomas kanverteri: a) Doldurulușu, b) Çalışması, c) Boşaltılması.

oranı yüksek ateş tuğlası (asit astar) ile kaplanmıştır. Yatay duruma getirilen konvertere yüksek fırından gelen ham demir konur. Düşey duruma getirildikten sonra alttan basınçlı hava ya da (Ereğli fabrikalarında olduğu gibi) oksijen gönderilir. Önce fırının ağzından büyük bir gürültüyle SiO_2 ve dışık kıvılcımları fışkırır, sonra CO alevleri görülür. Si, C, Mn ve biraz da demir yanar. Yanma ısıları çeliğin soğuyup katılaşmasını önler.

$$Si + O_2 \longrightarrow SiO_2 + Q_1$$
$$2C + O_2 \longrightarrow 2CO + Q_2$$
$$2Mn + O_2 \longrightarrow 2MnO + Q_3$$
$$2Fe + O_2 \longrightarrow 2FeO + Q_4$$

CO konverterin ağzında yanarak CO_2 ye dönüşür. SiO_2 ise MnO ve FeO ile silikatlar yaparak dışığa geçer.

$$MnO + SiO_2 \longrightarrow MnSiO_3$$

İşlemin sonuna doğru C oranı düştüğü ve bir miktar FeO meydana geldiği için karbon oranı yüksek ferro-manganez (ayna demiri) vb. alaşımlar eklenir. FeO demire indirgenir, karbon oranı artar ve böylece istenen özellikte çelik elde edilir. Bütün bu işlemler havayla 20 dakikada, oksijen üflenirse daha çabuk biter.

Thomas Yöntemi:

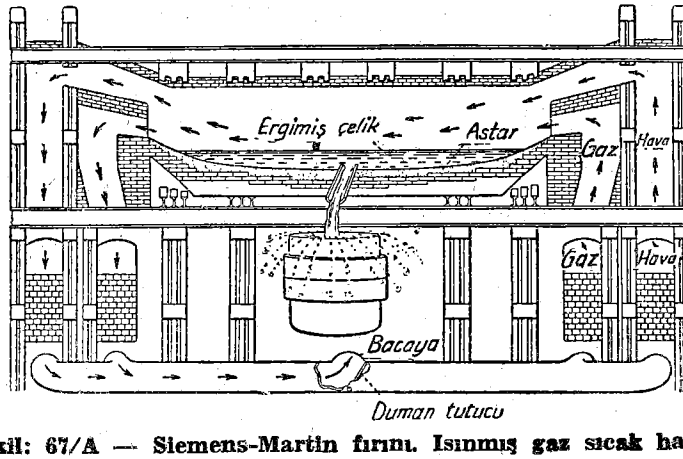
Bessemer yönteminde fosforlu pikin fosforu giderilemez. Thomas yöntemi Bessemer yöntemine benzer. Kullanılan konverter aynıdır, yalnız içi yakılmış dolomitle kaplanmıştır (bazik astar). Fosfor yanar ve astarla birleşerek dışığa geçer.

$$4P + 5O_2 \longrightarrow 2P_2O_5$$
$$P_2O_5 + 3CaO \longrightarrow Ca_3(PO_4)_2$$

Bu dışık öğütülerek **Thomas unu** adı altında gübre olarak kullanılır. Geri kalan reaksiyon ve işlemler Bessemer yönteminde olduğu gibidir.

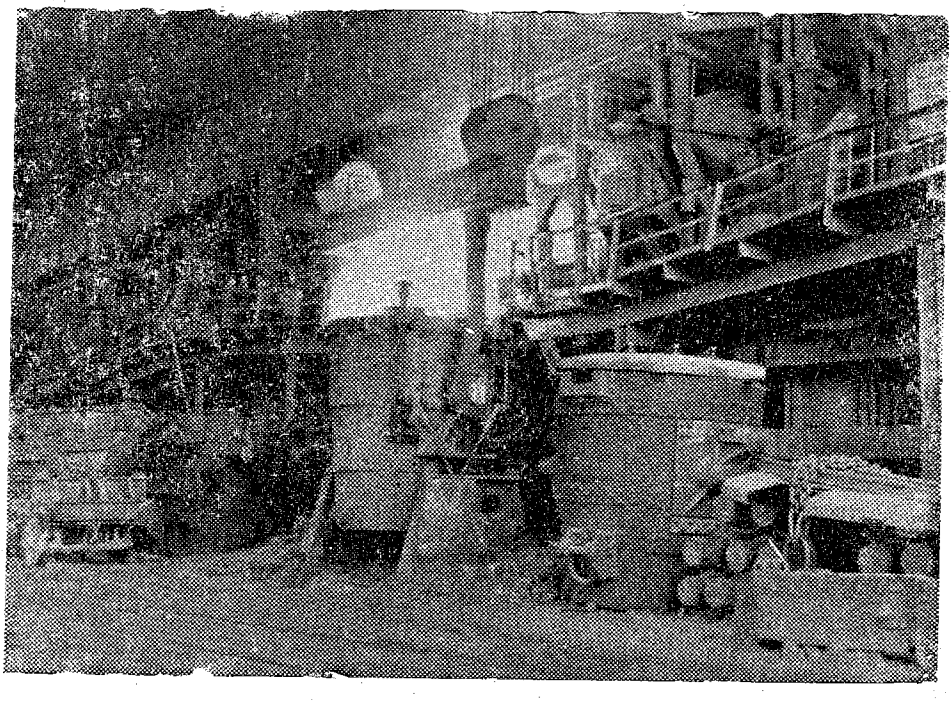
Siemens-Martin Yöntemi:

Bu yöntemde Siemens-Martin fırınları kullanılır. Fırın, a) Tekne, b) Isıtma odaları bölümlerinden yapılmıştır. Gaz yakıtla ısıtılan bir alev fırınıdır. Gövdesi şamot taşlarından yapılmış ve dıştan çelik levhalarla desteklenmiştir (Şekil: 67/A).



Şekil: 67/A — Siemens-Martin fırını. Isınmış gaz sıcak havayla karşılaşarak teknede yanar.

Tekne çelik bir destek üzerine oturtulmuş 8-20 metre boyunda sığ bir havuz gibidir. İçi işlenecek ham demire göre SiO_2 oranı yüksek tuğlalardan (asit) bir astarla kaplanmıştır. Tekne büyüklüğüne göre 50-500 ton hammadde alabilir. Karabük'te çelik 80 tonluk Siemens-Martin fırınında elde edilir (Şekil: 67/B).



Şekil: 67/B — Karabük'te Siemens-Martin fırınından çeliğin alınması.

Isıtma odaları (tersinir reküperatörler): Gaz yakıtı (jeneratör gazı vb.) ve havayı önceden ısıtmaya yarar. Teknenin iki yanında ikişerden 4 ısıtma odası vardır. İçleri şamot tuğlalarıyle, aralarında boşluk kalacak şekilde örülmüştür. Bir yanda bulunan kızdırılmış odaların birinden hava, ikincisinden gaz yakıt geçirilerek ısıtılır. Isınmış gaz yakıt fırının tekne kısmına girerken sıcak havayla karşılaşarak yanar. Alevi tekneye yayılır. Önceden ısıtma sıcaklığın daha yüksek olmasını sağlar. Yanan gazlar öteki odalardan geçerek bacaya giderken bu odaları ısıtır. Bir süre sonra gazların akım yönleri tersine çevrilir ve işlem böylece devam eder. Bu yöntemle yakıtların ısısından maksimum fayda sağlanmış olur.

Fırının Çalışması:

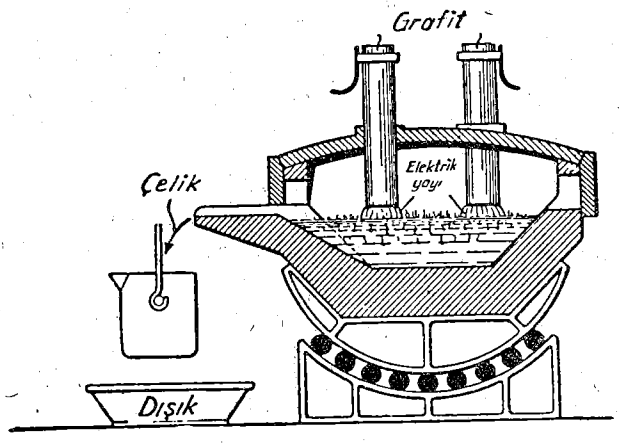
Fırın ham demir, demir hurdası, hatta biraz da demir filiziyle dol-

durulur. Hurda ya da filizde bulunan Fe_2O_3 ham demirin içindeki C vb. yabancı maddeleri oksitleyerek giderir.

$$3C+2Fe_2O_3 \longrightarrow 3CO_2+4Fe+En.$$

Çıkan ısı azdır. Kütlenin katılaşmaması için fırının sıcaklığı 1600°C de tutulmalıdır. Fırına gönderilen yakıt ve havanın önceden ısıtılması bunun için gereklidir. İşlemin sonuna doğru karbon oranı düştüğü için C oranı yüksek ferromangan (ayna demiri) vb. alaşımlar eklenerek istenen özellikte çelik elde edilir. İşlemler 8 saatta biter. Bu yavaşlığa karşılık paslı ve hurda demirler değerlendirilir. Çeliğin bileşimi sık sık kontrol edilebilir. Eksikler tamamlanır ve daha homojen, daha iyi cins çelik elde edilebilir. Fırınlarda fosforlu ham demir işlenirse Thomas yönteminde olduğu gibi bazik astar kullanılır.

Elektrik fırınları: Değerli özel çelikler elektrik fırınlarında elde edilir. İsveç gibi ucuz elektrik üreten ülkelerde çok kullanılır. Elektrik fırınları **endüksiyon fırınları** ve **ark fırınları** tiplerine ayrılır. Daha çok ark tipi fırınlar kullanılır (Şekil: 67/C). 1-100 ton hammadde alabilir. İki grafit elektrot arasında oluşan elektrik arkı (yayı) fırını ısıtır. Hareketli rulmanlar üzerinde oturan fırın devrilerek dışık ve ergimiş çelik potalara dökülebilir. Fırının çalışması Siemens-Martin fırınına benzer, yalnız ısıtma elektrik enerjisiyle sağlanır. Sıcaklık daha yüksektir. Fırına ham demirle, demir hurdası veya filiz doldurulur. Bu fırınların üstünlüğü, 1. Fırındaki reaksiyonların ve ürünün kontrol edilebilmesi, 2. Sıcaklığın ayarlanabilmesi, 3. Düzgün bir ısıtma sağlanarak homojen bir ürün elde edilmesi, 4. istendiği anda istenilen maddenin eklenebilmesi, 5. Çeliğin içine hava, yanıcı maddeler, yanma ürünlerinin karışmaması, 6. İstenildiği anda işleme son verilmesidir. Elde edilen ürüne **elektro çeliği** denir. İnce aletler, oto dingili, şaft, dişliler, rulmanlar, yüksek kaliteli elektro çeliğinden yapılır.

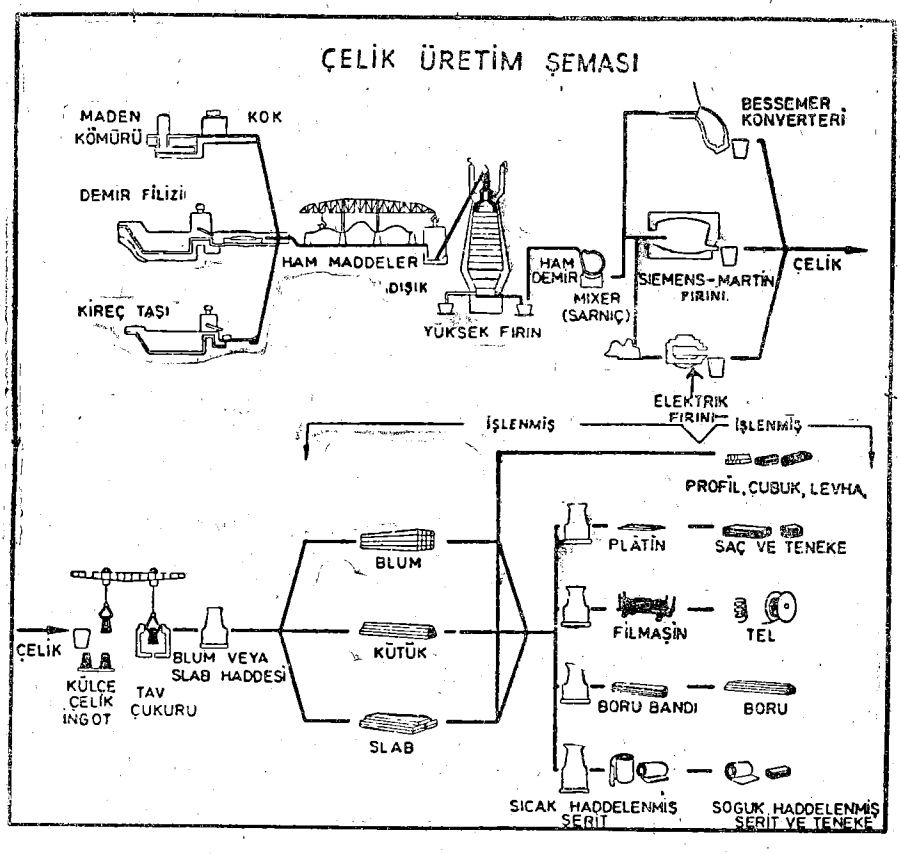


Şekil: 67/C — Ark tipi elektrik fırını.

6 — ÇELİĞİN İŞLENMESİ VE ÖNEMİ:

Çeliğin İşlenmesi:

Konverter veya fırınlardan çıkarılan ergimiş çelik potalara doldurulur. Katılaştıktan sonra potalar ters çevrilerek külçe çelik (ingot), bundan da çelik kütüğü elde edilir. Çelik kütüğü (slab, blum) haddehanede çubuk, ray, boru, tel şekline sokulu veya dönen silindirler arasından geçirilerek levha, saç vb. yassı ürünler elde edilir (Şekil: 68). Döküm çeliği kütük şeklinde piyasaya sürülür.



Şekil 68 — Çelik üretim şeması. (Sayın Prof. Dr. Aytekin'den alınmıştır).

Çeliğin Önemi:

İnsanlar demiri altın, bakır ve tunçtan çok sonra kullanmaya başlamışlardır. M.Ö. 2000 yılında Hititler demirden alet yapan ilk ulus olmuş ve «Demir devri» açılmıştır. Demirin önemi kısa zamanda anlaşılmıştır. Türkler demiri kutsallaştırmışlardır. Çocuklarına Demir veya Timur (Çağatay lehçesi) adını vermişlerdir.

Metallerin en ucuzu ve en kullanışlısı olan demir ve çelik endüstrinin bel kemiğidir. Endüstrinin gelişmesi çelik üretimiyle paralel yürümüştür. Ancak 1856'da Bessemer yöntemiyle ucuz ve bol çelik elde edildikten sonra endüstri dev adımlarla ilerlemiştir. Bugün 300.000.000 tonu bulan dünya çelik üretimi, geri kalan metal ve alaşımların toplam üretiminden çok fazladır. 100 yıl öncesinin bir yıllık üretimi bugünün bir günlük tüketimini karşılayamaz. Hafif metal alaşımları bile çeliği tahtından indirememiştir. Esnekliği, kopmaya ve bükülmeye karşı dayanıklı oluşu gibi özellikleriyle çelik yine eşsizdir. Çelikten dikiş iğnesinden dev makinelere, asma köprülere kadar çok şeyler yapılır. Fabrikalar, gökdelenler, dev taşıt araçları, nükleer enerji santralları, gittikçe daha esnek, daha sağlam ve dayanıklı ve daha bol çelik istemektedir. Bir ulusun ekonomik ve savunma gücü ürettiği çelik miktarıyla orantılıdır.

7 — DEMİRİN ÖZELLİKLERİ:

Fiziksel Özellikleri:

Saf demir gri-beyaz renkte, parlak ve yumuşak bir metaldir (e.n. 1537°C). Kolayca tel ve levha haline gelir. En önemli fiziksel özelliği mıknatıslanmasıdır.

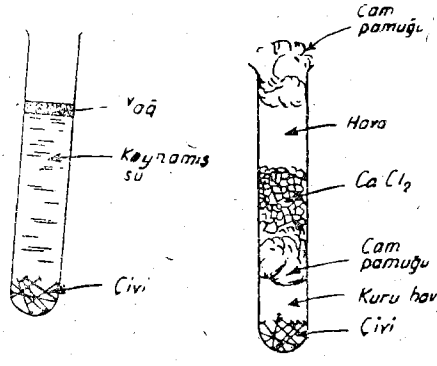
Kimyasal Özellikleri:

Demir aktif bir metaldir. +2 ve +3 değerli olur. Nemli havada paslanır; paslanma için O_2, CO_2, H_2O gerekir. Birisi eksik olursa paslanma olmaz.

$$Fe + 2H_2O + 2CO_2 \longrightarrow Fe(HCO_3)_2 + H_2$$

$$2Fe(HCO)_3)_2 + 1/2O_2 \longrightarrow Fe_2O_3 \cdot 2H_2O + 4CO_3$$

Pas



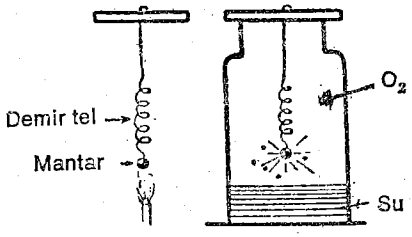
Şekil: 69 — Demir havasız ve nemsiz yerde paslanmaz.

DENEY : 1 — Bir tüpte bulunan su içine passız demir çiviler atınız. Kuru bir tübe birkaç passız çivi koyduktan sonra üstüne cam pamuğu ve susuz $CaCl_2$ koyarak ağzını mantarla sıkıca kapatınız. Üçüncü bir tübe koyduğunuz suyu 1-2 dakika kaynatınız. İçine birkaç passız çivi attıktan sonra suyun üstünü 1 cm. kalınlığında yağ katmanıyle örtünüz. 1-2 hafta sonra hangi çivilerin paslandığını kontrol ediniz (Şekil: 69).

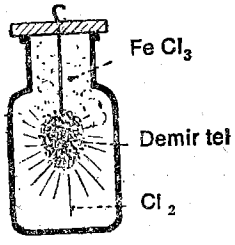
Kızdırılmış ince demir tozu havada, ince demir tel oksijen

içinde kıvılcım saçarak şiddetle yanar. Fe_3O_4 e dönüşür. Demir Cl_2, S, P, ve bütün sulu asitlerle birleşir.

DENEY : 2 — a) İnce bir demir telin ucuna taktığınız mantarı tutuşturarak, dibinde su bulunan, O_2 ile doldurulmuş bir kaba daldırınız, kıvılcım saçarak yanar (Şekil: 69/A).



Şekil: 69/A — Demir O_2 içinde şiddetle yanar.



Şekil: 69/B — Demir Cl_2 içinde yanar.

b) Kızdırılmış ince demir teli Cl_2 dolu kaba daldırınız. Kırmızı kahverengi $FeCl_3$ dumanları kabı doldurur (Şekil: 69/B).

c) Bir tübe demir tozu koyunuz. Üzerine seyreltik HCl akıtınız. H_2 çıkışı görülür, demir (2) tuzu oluşur.

$$3Fe + 2O_2 \longrightarrow Fe_3O_4$$
$$2Fe + 3Cl_2 \longrightarrow 2FeCl_3$$
$$Fe + 2HCl \longrightarrow FeCl_2 + H_2$$

Kızdırılmış demir kızgın su buharına etkir, derişik HNO_3 metalin yüzeyinde Fe_3O_4 katmanı yaparak demiri pasifleştirir. Pasif demir yukarıda sayılan reaksiyonları vermez.

$$3Fe\ (\text{kızgın}) + 4H_2O\ (\text{buhar}) \longrightarrow Fe_3O_4 + 4H_2$$
$$3Fe + 8HNO_3 \longrightarrow Fe_3O_4 + 8NO_2 + 4H_2O$$
$$(\text{Derişik})$$

8 — DEMİR BİLEŞİKLERİ :

+2 ve +3 Değerli Demir Bileşikleri:

Demir (2) bileşikleri dayanıksızdır. Yükseltgenler karşısında hatta hava oksijeninin etkisiyle kolayca demir (3) bileşiklerine yükseltgenir. Buna karşılık indirgenler yardımıyla demir (3) bileşikleri (2) bileşiklerine çevrilir (aşağıdaki örneklere bakınız).

$$Fe^{+3} + e \rightleftarrows Fe^{+2}$$

Demir (2) Oksit FeO:

Demir (2) okzalatın [$Fe(COO)_2$] havasız bir yerde ısıtılmasıyle elde edilir. Siyah renklidir. Havada kısa zamanda Fe_2O_3 e yükseltgenir, hatta birdenbire tutuşarak yanabilir.

$$Fe(COO)_2 \longrightarrow FeO + CO + CO_2$$
$$2FeO + 1/2O_2 \longrightarrow Fe_2O_3 + En.$$

Demir (3) Oksit Fe_2O_3:

Tabiatta hematit şeklinde bulunur. Kırmızı renklidir. Laboratuvarda $Fe(OH)_3$ veya $FeSO_4$ ın havada kızdırılmasıyle elde edilir. 300°C de H_2 ile FeO e indirgenir, asitlerle demir (3) tuzları verir.

$$2Fe(OH)_3 \longrightarrow Fe_2O_3 + 3H_2O$$
$$Fe_2O_3 + 6HCl \longrightarrow 2FeCl_3 + 3H_2O$$

Demir (2), (3) Oksit Fe_3O_4 (Manyetik Demir Oksit):

Tabiatta magnetit (manyetit) şeklinde bulunur; mavimsi siyah renklidir. Demirin yanması veya kızgın su buharına etkimesiyle oluşur. FeO ve Fe_2O_3 ün ortak bileşiğidir.

$$FeO \cdot Fe_2O_3 = Fe_3O_4$$
$$Fe_3O_4 + 8HCl \longrightarrow FeCl_2 + 2FeCl_3 + 4H_2O$$

Demir (2) Hidroksit $Fe(OH)_2$, Demir (3) Hidroksit $Fe(OH)_3$:

$Fe(OH)_2$, demir tuzlarının eriyiklerinden bazlarla çöktürülür. Açık yeşil renkli $Fe(OH)_2$ bir süre sonra havanın O_2 i ile yükseltgenerek $Fe(OH)_3$ e dönüşür ve rengi koyulaşır.

$$FeSO_4 + 2NaOH \longrightarrow Fe(OH)_2 + Na_2SO_4$$
$$2Fe(OH)_2 + 1/2O_2 + H_2O \longrightarrow 2Fe(OH)_3$$
$$2Fe^{+2} + O^0 \longrightarrow 2Fe^{+3} + O^{-2}$$
$$FeCl_3 + 3NaOH \longrightarrow Fe(OH)_3 + 3NaCl$$

Turuncu — Kırmızı

DENEY: 3 — $FeSO_4$ eriyiğine NaOH eriyiği koyunuz, açık yeşil $Fe(OH)_2$ çöker. Kuvvetle çalkalayınız, renk koyulaşır. Biraz klorlu su (veya H_2O_2) ile çalkalayınız, kırmızı $Fe(OH)_3$ ayrılır.

$$2Fe(OH)_2 + Cl_2 + 2NaOH \longrightarrow 2Fe(OH)_3 + 2NaCl$$

Demir (2) Klorür $FeCl_2$ ve Demir (3) Klorür $FeCl_3$:

Demir HCl ile birleşirse $FeCl_2$, Cl_2 ile birleşirse $FeCl_3$ verir. $FeCl_2$, $FeCl_3$ e yükseltgenebilir veya $FeCl_3$, $FeCl_2$ e indirgenebilir. (Elektron alışverişini düşününüz).

$$2FeCl_2 + Cl_2 \longrightarrow 2FeCl_3$$
$$2Fe^{+2} + Cl_2 \longrightarrow 2Fe^{+3} + 2Cl^-$$
$$2FeCl_3 + Zn \longrightarrow ZnCl_2 + 2FeCl_2$$
$$Zn^0 + 2Fe^{+3} \longrightarrow Zn^{+2} + 2Fe^{+2}$$

DENEY : 4 — $FeCl_3$ eriyiğine 1-2 damla HCl ekledikten sonra Zn veya Fe tozu koyarak kaynatınız, turuncu renk açılır.

Demir (2) Sulfat $FeSO_4$, Demir (3) Sulfat $Fe_2(SO_4)_3$:

$FeSO_4$, seyreltik H_2SO_4 ile demirden elde edilir. Eriyik buharlaştırılırsa açık yeşil $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ kristalleri ayrılır, havada bazik demir (3) sulfata yükseltgenir.

$$2FeSO_4 + 1/2O_2 + H_2O \longrightarrow 2FeSO_4(OH)$$
Bazik demir (3) sulfat

$FeSO_4$ yükseltgen maddelerle $Fe_2(SO_4)_3$'a yükseltgenir.

DENEY : 5 — H_2SO_4 ile asitlendirilmiş açık yeşil renkli $FeSO_4$ eriyiğine 2-3 damla derişik HNO_3 koyarak ısıtınız, renk önce koyu kahverengi olur, sonra açılarak sarıya döner.

$$6FeSO_4 + 3H_2SO_4 + 2HNO_3 \longrightarrow 3Fe_2(SO_4)_3 + 2NO + 4H_2O$$
$$6Fe^{+2} + 2N^{+5} \longrightarrow 6Fe^{+3} + 2N^{+2}$$

Kompleks Demir Bileşikleri:

$Fe(CN)_2$ demir (2) siyanür ve $Fe(CN)_3$ demir (3) siyanür suda erimez. Demir tuzları eriyiklerinden KCN potasyum siyanürle çöktürülürler. Fakat bu çökelekler KCN'ün fazlasında kompleks tuzlar yaparak erir.

$$Fe(CN)_2 + 4KCN \longrightarrow K_4Fe(CN)_6$$
Potasyum demir (2) siyanür

$$Fe(CN)_3 + 3KCN \longrightarrow K_3Fe(CN)_6$$
Potasyum demir (3) siyanür

$K_4Fe(CN)_6$, Fe^{+3} iyonlarıyle; $K_3Fe(CN)_6$, Fe^{+2} iyonlarıyle koyu mavi çökelek verir.

$$4FeCl_3 + 3K_4Fe(CN)_6 \longrightarrow Fe_4^{+3}[Fe^{+2}(CN)_6]_3^{-4} + 12KCl$$
Berlin mavisi

$$3FeCl_2 + 2K_3Fe(CN)_6 \longrightarrow Fe_3^{+2}[Fe^{+3}(CN)_6]_2^{-3} + 6KCl$$
Turnbol mavisi

Çöken mavi kompleks tuzlarda Fe^{+2} ile Fe^{+3} arasında devamlı elektron alışverişi olduğu için Berlin ve turnbol mavisi arasında fark yoktur.

DENEY : 6 — $FeCl_3$ eriyiğine $K_4Fe(CN)_6$; taze hazırlanmış $FeSO_4$ eriyiğine $K_4Fe(CN)_6$ eriyiği damlatınız; meydana gelen koyu mavi çökelekleri karşılaştırınız.

Fe^{+3} iyonları KSCN potasyum sulfosiyanür (rodanür) ile koyu kırmızı renk verir. Bu reaksiyon çok hassastır.

DENEY : 7 — Su dolu büyük bir cam kap içine 2-3 damla $FeCl_3$ ve 2-3 damla KSCN eriyiği koyunuz, asitlendirerek karıştırınız, koyu kırmızı $Fe(SCN)_3$ meydana gelir.

$$FeCl_3 + 3KSCN \longrightarrow Fe(SCN)_3 + 3KCl$$

Deney 6 ve 7 demir bileşiklerinin tanınmasını sağlar.

ÖĞRENDİKLERİMİZİN ÖZÜ

- **Fe_3O_4 magnetit, Fe_2O_3 hematit önemli demir filizleridir. FeS_2 pirittem demir elde edilmez.**
- **Demir, oksitli filizlerin yüksek fırında indirgenmesiyle elde edilir. Ele geçen ürüne ham demir (pik veya font) denir.**
- **Ham demirde %1,7-4,5, çelikte %0,25-1,7 oranında; yumuşak demirde %0,25'ten az karbon vardır.**
- **Özel çelikler çeliğin içine başka elementler eklenerek elde edilir.**
- **Çelik Bessemer konvertöründe, Siemens-Martin fırınında ya da elektrik fırınlarında elde edilir. Ham demirin içinde bulunan, istenmeyen maddeler giderilir.**

- **Demir aktif bir metaldir +2 ve +3 değerli bileşikler yapar.**
- **Demir sulu asitlerle H_2 çıkararak birleşir, +2 değerli demir tuzları oluşur.**
- **+2 değerli demir bileşikleri +3'e yükseltgenebilir. +3 değerli bileşikler +2 değerli bileşiklere indirgenebilir.**

DÜŞÜNÜNÜZ, ARAŞTIRINIZ, CEVAPLANDIRINIZ :

1. Oksitli demir filizlerinin adlarını ve formüllerini yazınız.
2. $FeCO_3$ dan ham demir nasıl elde edilir? Yüksek fırında geçen temel reaksiyonlarla birlikte açıklayınız.
3. Yüksek fırına konan ilkel maddeleri, bunların uğradığı değişmeleri, fırından alınan ürünleri açıklayınız.
4. Gang, ergitici, dışık nedir? Yüksek fırına niçin ergitici konur? Konan ergiticinin cinsi neye bağlıdır?
5. Thomas ve Bessemer yöntemlerini, konverterlerinin yapısı, işlenen ham demirin cinsi ve geçen reaksiyonlar yönünden karşılaştırınız.
6. Elektrik fırınlarının Bessemer korverterlerinden üstün üç, Siemens-Martin yönteminden üstün bir yönünü söyleyiniz.
7. Beyaz pik, gri pik, yumuşak demir, paslanmaz çelik, su verme nedir? Açıklayınız.

8. Ham demirde bulunan yabancı maddelerden dördünü ve bunların nasıl giderildiğini veya azaltıldığını denklemlerle gösteriniz.
9. Demir hangi şartlarda paslanır? Olayı denklemlerle açıklayınız.
10. Demir havada yanarsa; HCl, Cl_2, C ve S ile birleşirse hangi ürünler olur? Denklemlerle gösteriniz.
11. Demirden başlayarak $FeSO_4$, $Fe_2(SO_4)_3$, $Fe(OH)_2$, Fe_2O_3 nasıl elde edilebilir? Denklemlerle gösteriniz.
12. $FeCl_2$ yi $FeCl_3$ e, $FeCl_3$ ü $FeCl_2$ ye nasıl çevirebiliriz? Denklemlerle açıklayınız.
13. Bir eriyikte bulunan demir iyonlarının kaç değerli olduğu nasıl anlaşılır? Denklemlerle gösteriniz.
14. Aşağıdaki denklemleri denkleştiriniz:

a) $Fe + O_2 \longrightarrow$
b) $Fe + HCl \longrightarrow$
c) $Fe + Cl_2 \longrightarrow$
d) $FeSO_4 + KMnO_4 + H_2SO_4 \longrightarrow MnSO_4 + \ldots\ldots\ldots$
e) $FeCl_3 + Fe \longrightarrow$
f) $FeCl_3 + KI \longrightarrow$
g) $FeCl_3 + KSCN \longrightarrow$

15. İçinde %42 demir bulunan hematit filizindeki Fe_2O_3 yüzdesi nedir? (Cevap: %60).
16. Fe_2O_3 oranı %60 olan hematit filizinin 1 tonundan kaç kg. içinde %4 oranında yabancı madde bulunan ham demir elde edilir? (Cevap: 437,5 kg. ham demir).
17. Kızdırılmış bir miktar Fe_2O_3 üzerinden, hepsi demire indirgeninceye kadar, CO geçirilirse kütlesi 6 gr. azalıyor. Fe_2O_3 ve meydana gelen Fe kaç gramdır? Reaksiyonda harcanan CO ve oluşan CO_2 N.Ş. da kaç litredir? (Cevap: 20 gr. Fe_2O_3, 14 gr. Fe, 8,4 lit. CO ve CO_2).
18. 50 gr. $FeCl_3$ eriyiği KI den 12,7 gr. I_2 açığa çıkararak $FeCl_2$ ye indirgeniyor. Eriyikteki $FeCl_3$ yüzdesi nedir? (Cevap: %32,5).

BÖLÜM: XI

BAKIR

ANA ÇİZGİLER :

- Bakır filizleri.
- Filizlerden bakır elde edilmesi.
- Bakırın fiziksel ve kimyasal özellikleri.
- Bakırın önemi, kullanılışı, alaşımları.
- Önemli bakır bileşikleri.

1 — BAKIRIN BULUNUŞU :

Tabiatta elementel bakır az miktarda Kuzey Amerika, Avustralya ve Şili'de bulunur. Fakat tüketimi karşılayamaz. Asıl önemli bakır filizleri bakır oksit, sülfürler ve bazik karbonatlardır. Bunlar sırasıyle kırmızı renkli Cu_2O kuprit, siyah Cu_2S halkosit, sarı-siyah $CuFeS_2$ (veya Cu_2S, Fe_2S_3) halkopirit, yeşil-siyah $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$ malahit, mavi $2CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$ azurittir. Halkopirit en çok bulunan filizdir. Yurdumuzda kuprit Murgul'da, halkosit Ergani'de, halkopirit Küre ve Ergani'de bulunur. İlk bakır filizi Kıbrıs'ta bulunmuştur. Bakırın Latince adı Cuprum, Kıbrıs (Cyprium) kelimesinden alınmıştır.

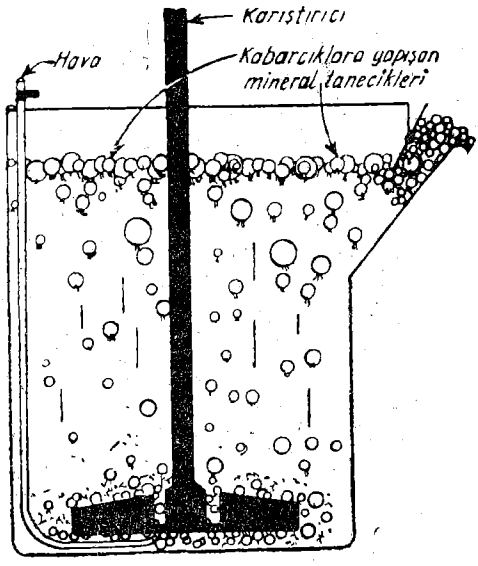
2 — ELDE EDİLİŞİ :

Bakırın elde edilişi filizin cinsine bağlıdır. En çok sülfürlü filizlerden, özellikle halkopiritten elde edilir. Filizde ana mineral yanında FeS_2, Ag_2S, PbS, As_2S_3, SnO_2, Au mineralleri ve silikatlar, karbonatlar bulunur. Bakır oranı düşüktür. Bu sebeple filizden bakır elde etmek için şu işlemleri yapmak gerekir:

1. Filizin zenginleştirilmesi,
2. Zenginleştirilmiş filizin kavrulması,
3. Kavrulmuş filizden Cu_2S oranı yüksek mat (bakır taşı) elde edilmesi,
4. Mattan kavurma-reaksiyon yoluyle ham bakır elde edilmesi,
5. Ham bakırın saflaştırılması.

1. Filizin zenginleştirilmesi (flotasyon):

Filizlerde ortalama %2 bakır vardır. Bundan bakır elde etmek ekonomik olmaz. Bu filizler öğütülür, sonra su, uygun yağlar ve köpük yapan maddelerle flotasyon aygıtlarında, alttan sürekli hava gönderilerek, karıştırılır. Sülfürler yağlara yapışarak yüzeyde kalır, köpükle birlikte dışarıya akıtılır. Taş, toprak (gang) dibe çöker (Şekil: 70). **Flotasyon** (yüzdürme) denen bu işlem sonunda bakır oranı %25-30'a yükselir.



Şekil: 70 — Flotasyonla filizin zenginleştirilmesi.

2. Kavurma:

Zenginleştirilmiş filiz hava akımı içinde yakılır. Sülfür kükürdü oksitlenirken çok ısı verdiğinden, kükürt oranı yüksek olan filizler kavrulurken yakıt gerekmez. SO_2 ile uçucu As_2O_3, Sb_2O_3 bacadan çıkar. Böylece As, Sb un çoğu, kükürdün önemli kısmı giderilmiş olur. Demir FeO e dönüşür. Bakırın kükürde olan ilgisi çok olduğundan Cu_2S hemen değişmeden kalır.

$$As_2S_3 + 9/2O_2 \longrightarrow As_2O_3 + 3SO_2$$

$$Cu_2S \cdot Fe_2S_3 + 4O_2 \longrightarrow Cu_2S + 2FeO + 3SO_2$$

3. Mat (Bakır Taşı) Elde Edilmesi:

Kavrulmuş filiz, FeO i gidermek için, kuvarsla karıştırılarak tekne veya alev fırınlarında 1100°C de ısıtılır. FeO, SiO_2 ile birleşerek dışığa geçer.

$$FeO + SiO_2 \longrightarrow FeSiO_3$$

Geriye kalan Cu_2S oranı yüksek sarı renkli kütleye mat adı verilir. Kavurma iyi yapılmışsa matın rengi beyaz ve bileşimi Cu_2S e yakındır.

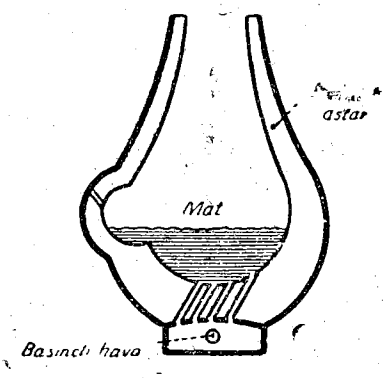
4. Mattan Ham Bakırın Elde Edilmesi:

Cu_2S in bir kısmı kavrularak Cu_2O e çevrilir, sonra bunun Cu_2S ile reaksiyon vererek bakırın indirgenmesi sağlanır. Bu yönteme **kavurma-reaksiyon** adı verilir. Matın içinde bulunan demir sülfür kalıntısının çoğu

kavurmada FeO e dönüştüğünden, bunu dışığa geçirmek için yeteri kadar kuvars eklenir.

$$2Cu_2S + 3O_2 \longrightarrow 2Cu_2O + 2SO_2$$
$$2Cu_2O + Cu_2S \longrightarrow 6Cu + SO_2$$
$$3Cu_2S + 3O_2 \longrightarrow 6Cu + 3SO_2$$

Eskiden ergimiş mat kuvarsla birlikte Bessemer fırınlarına benzeyen düşey konverterlere konur (Şekil: 71) ve alttan hava üflenirdi. Alttan gelen soğuk havanın matı katılaştırmasını önlemek amacıyla, modern konverterler yataydır (Şekil: 71/A) ve hava yandan üflenir. Konverterden çıkan ham bakır kabarcıklı olduğu için **blister** (kabarcık) bakır adını alır.



Şekil: 71 — Düşey bakır konverteri.

5. Ham Bakırın Saflaştırılması:

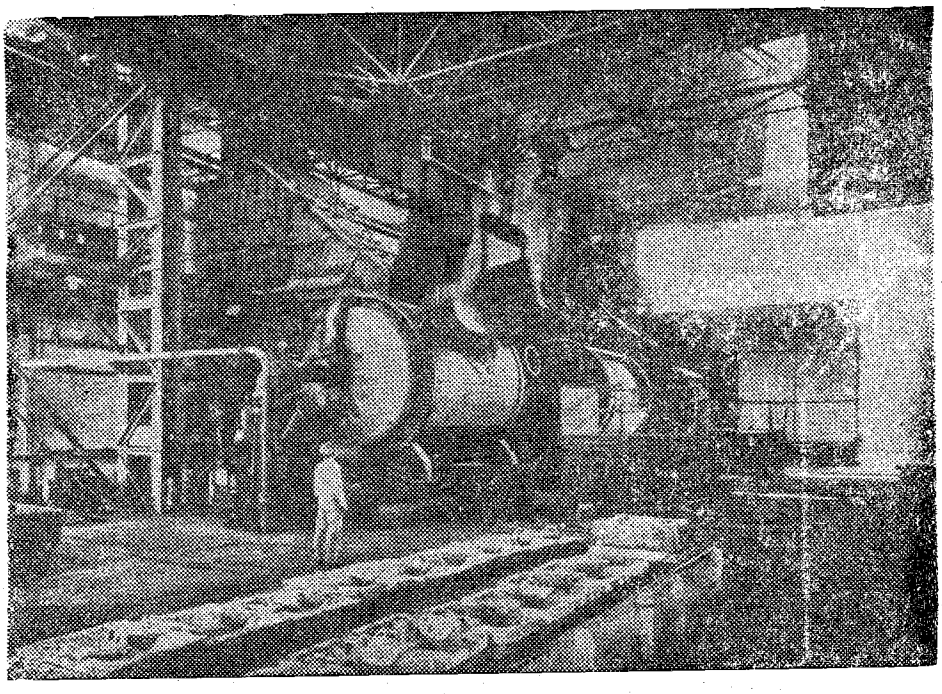
Ham (blister) bakırda %2-7 oranında Fe, S, Zn, Sn, Pb, Ag, Au, As, Sb vb. yabancı maddeler bulunur. Özellikle elektrik telleri saf bakırdan yapıldığı için ham bakır çeşitli yollarla saflaştırılır. En önemlisi elektroliz yoludur. Paralel bağlanmış ham bakır levhalar anot; yine paralel bağlanmış saf bakır levhalar katottur. Elektrolit $CuSO_4$ eriyiğidir (Şekil: 71/B). Anotta bakır ve daha aktif metaller elektron verir; Cu^{+2}, Fe^{+2}, Zn^{+2} vb. iyonlarına dönüşerek eriyiğe geçer. S, As, Sb, Au kabın dibine çökerek «anot çamuru» adını alır. Bu çamurdan özellikle Ag, Au elde edilir. Katotta ise aktifliği en az olan Cu^{+2} elektron alarak ayrılır.

Anot: $Cu^0 - 2e \longrightarrow Cu^{+2}$
$Fe^0 - 2e \longrightarrow Fe^{+2}$
$Zn^0 - 2e \longrightarrow Zn^{+2}$ vb.
Katot: $Cu^{+2} + 2e \longrightarrow Cu^0$

Ele geçen bakırın saflık derecesi %99,99'a ulaşır.

3 — YURDUMUZDA BAKIR ÜRETİMİ (Okuma parçası)

Yurdumuzda bakır filizleri Ergani, Murgul ve Küre dolaylarında bulunur ve çıkarılır. Eskiden işletilen Kuvarshan filizleri bugün tükenmiş durumdadır. Ergani'de içinde 7-10 Cu bulunan zengin filizler yavaş yavaş tükenmiştir. Bugünkü durumda işletilebilecek filizler şöyledir:



Şekil: 71/A — Ergani Bakır İşletmesinde yatay konverterler.

Yeri	Cu oranı	Miktarı
Ergani	%2-3	16.000.000 ton
Murgul	%1-2	35.000.000 »
Küre	%2	1.200.000 »

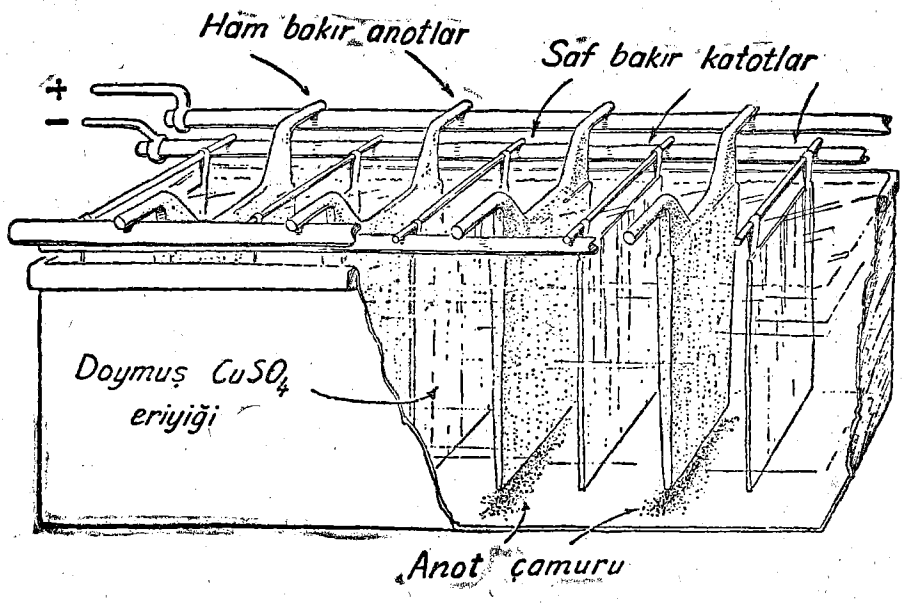
Yurdumuzda ham (blister) bakır Ergani, Murgul ve Samsun fabrikalarında üretilir.

Ergani fabrikası: Ergani yöresinde bakır M.Ö. 2000 yılında yaşayan Asurlular zamanından beri üretilmektedir. Yalnız I. Dünya Savaşında ocaklar kapanmış, üretim durmuştur. Cumhuriyet devrinde modern bakır fabrikası açılarak yeniden üretime geçilmiştir. Yıllık üretim gücü 15.000 ton ham bakırdır. Bunun 20.000 tona çıkarılması öngörülmüştür. Bu ham bakırdan 200 ton kadar altın sağlanabilecektir.

Murgul fabrikası: 1950 yılında üretime başlamıştır. Yıllık üretim gücü 9.000 ton ham bakırdır. Fabrikada ayrıca sülfürik asit de üretilir.

Ergani ve Murgul fabrikaları Etibank yönetimindedir. Bu fabrikalarda üretilen ham bakırdan yıllık ortalama 125 kg. altın ve 5.000 kg. gümüş elde edilmektedir.

Samsun fabrikası: Karadeniz Bakır İşletmeleri A.Ş. yönetimindedir. Fabrikanın en büyük hissesi yine Etibank'ındır. 1972 kasım ayında üretime başlanmıştır. Yıllık üretim gücü 40.800 ton ham bakırdır. Bundan ayrıca 334 kg. altın ve 6817 kg. gümüş elde edilir.



Şekil: 71/B — Ham bakırın saflaştırılması.

4 — BAKIRIN ÖZELLİKLERİ:

Fiziksel Özellikleri:

Bakır kırmızı renkli, oldukça yumuşak bir metaldir (e.n. 1083. C, $d=8,9$ gr./cm³). Tel ve levha haline gelir, gümüşten sonra elektrik iletkenliği en büyük olan elementtir.

Kimyasal Özellikleri:

Bakır +1, +2 değerleri alabilir. Aktif bir metal değildir, aktiflik sırasında hidrojenden sonra gelir, hidrojene elektron vermediği için sıcaklık ne olursa olsun, su, HCl, seyreltik H_2SO_4 veya başka yükseltgen olmayan asitlerle birleşmez. HNO_3 ve sıcak derişik H_2SO_4 gibi yükseltgen asitlerle birleşir, fakat H_2 çıkmaz.

$$3Cu+8HNO_3 \longrightarrow 3Cu(NO_3)_2+2NO+4H_2O$$

$$Cu+2H_2SO_4 \text{ (sıcak derişik)} \longrightarrow CuSO_4+SO_2+2H_2O$$

DENEY: 1 — a) Birer parça bakır talaşını ayrı tüplerde bulunan HCl, seyreltik H_2SI_4 içine atınız, bir değişme görülmez.

b) Bakır talaşı üzerine seyreltik HNO_3 koyunuz, NO çıkışıyle birleşir. Derişik HNO_3 koyarsanız kırmızı kahverengi NO_2 çıkarak şiddetli bir reaksiyon olur.

c) Bakır talaşı üzerine derişik H_2SO_4 dökünüz, soğukta bir değişme olmaz. Isıtınız, reaksiyon başlar. Çıkan SO_2 kokusundan tanınır.

Bakır nemli havada paslanır ve yüzeyi $CuCO_3 \cdot 2Cu(OH)_2$ bileşiminde, koyu yeşil, bazik bakır karbonat (patina) katmanıyle örtülür.

$$3Cu + 3/2O_2 + CO_2 + 2H_2O \longrightarrow CuCO_3 \cdot 2Cu(OH)_2$$

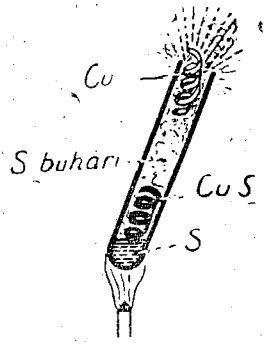
Bu koruyucu katman bakırın daha fazla oksitlenmesini önler.

Bakır halojenler ve kükürtle birleşir. Özellikle kükürde karşı ilgisi çoktur.

$$Cu + Cl_2 \longrightarrow CuCl_2 \quad \text{(Düşük sıcaklıkta)}$$
$$Cu + S \longrightarrow CuS \quad \text{(Düşük sıcaklıkta)}$$
$$2Cu + Cl_2 \longrightarrow 2CuCl \quad \text{(Yüksek sıcaklıkta)}$$
$$2Cu + S \longrightarrow Cu_2S \quad \text{(Yüksek sıcaklıkta)}$$

DENEY : 2 — a) Kızdırılmış ince bakır teli Cl_2 dolu şişeye daldırınız, şişenin içi $CuCl_2$ ve Cu Cl dumanlarıyle dolar.

b) Bir tübe biraz kükürt ve üzerine bakır talaşları koyup ısıtınız. Şiddetli bir reaksiyonla siyah CuS oluşur (Şekil: 72).



Şekil: 72 — Bakır kükürtle kolaylıkla birleşir.

5 — BAKIRIN ÖNEMİ, KULLANILIŞI VE ALAŞIMLARI :

Önemi:

Bakır insanlar tarafından kullanılan metallerin ilki olmuştur. Taş Devrini Bakır ve Tunç devirleri izlemiştir. Bugün de bakır demirden sonra en önemli, en çok kullanılan ve aranan bir metaldir. Dünya yıllık blister bakır üretimi 4.500.000 tona ulaşmıştır. Bakır, çağdaş uygarlığın sinir sistemi olarak nitelendirilir. Dinamo ve alternatörlerde elektrik üretimi, iletimi, kullanılması, telgraf, telefon, radyo, televizyon gibi araçların yapılması için bakır gereklidir.

Kullanılışı:

Bakırın kullanılışı, başlıca fiziksel özelliklerine dayanır. Ucuzluğu, tel haline gelmesi ve iletken oluşu sebebiyle, üretilen bakırın büyük çoğunluğu elektrik teli ve aletleri yapımında tüketilir. Elektrik telleri saf bakırdan yapılır. Bakırdan bundan başka çeşitli mutfak eşyası, kazanlar, su ısıtıcıları (termosifon), sıcak buhar boruları yapılır; türlü amaçlar için kullanılan alaşımlar ve bileşikler elde edilir.

Bakır Alaşımları:

Bakır, metaller ve bazı ametallerle kolaylıkla alaşım yapar. Bunların en önemlileri tunç (bronz) lar ve pirinçlerdir. Bu alaşımlara bazen az

miktarda başka metaller de eklenir. Bakır alaşımları bakırdan daha sert, dayanıklı, döküme elverişli ve iletkenliği azdır.

Tunçlar: Eskiden tunç denince sadece bakır-kalay alaşımları anlaşılırdı. Bugün sert, aşınmayan, dayanıklı ve vurulunca çınlayan ikili bakır alaşımlarının çoğuna **tunç** (bronz) adı verilir. Adi tunç koyu yeşil (bronz) renkli patina (bazik bakır karbonat) ile kaplıdır. Bundan çan, heykel, kapı süsleri yapılır. Alüminyum tuncu çok hafif, esnek ve kopmaya karşı dayanıklıdır. Altın sarısı renginde, kararmaz; ev eşyası, süs eşyası, yay yapılmasında kullanılır. Fosfor tuncu sürtmeyle veya kimyasal etkenlerle aşınmaya (korozyon) karşı çok dayanıklıdır. Valf ve piston yatakları yapılır. Mangan tuncu çok dayanıklıdır; gemi pervanesi. dişli çarklar yapılır. Silisyum tuncu kolaylıkla tel haline gelir, iletkenliği büyüktür, telgraf teli yapılır.

Pirinçler:

Bakır-çinko alaşımlarıdır. Kolayca işlenir, lehimlenebilir; güzel sarı renkli, kararmayan alaşımlar olduğundan ev eşyası, süs eşyası yapımında kullanılır. Madenî paralar, gümüş ve altın eşyanın çoğu bakır alaşımıdır. Bakır-berilyum alaşımları çok esnek, çok dayanıklı oluşlarıyle gün geçtikçe önem kazanmaktadır.

Bazı Bakır Alaşımları

Adı	% oranı	Özelliği	Kullanılışı
Tunç	88-96 Cu, 4-12 Sn	Sert, vurunca çınlar	Heykel, süs eşyası, çan, para.
Al-tuncu	89 Cu, 11 Al	Sert, esnek, dayanıklı	Hafif yaylar, süs eşyası.
Si-tuncu	95-98 Cu, 2-5 Si	Kolay tel haline gelebilir.	Telgraf telleri.
Pirinç	90-50 Cu, 10-50 Zn	Sarı, parlak, kolay işlenir.	Borular, teller, süs eşyası, müzik aletleri.
Alman gümüşü alpaka	10-35 Ni 25-50 Cu, 25-35 Zn,	Döküme elverişli, gümüş renkli, kararmaz.	Çatal, kaşık, mutfak ve ev eşyası.
Konstantan		Direnci büyük.	Direnç telleri, reostalar.
Manganin	84 Cu, 12 Mn, 4 Ni. 60 Cu, 40 Ni	Konstantan gibi.	Konstantan gibi.

6 — BAKIRIN ÖNEMLİ BİLEŞİKLERİ :

+1 değerli bakır (1) bileşikleri yüksek sıcaklıkta, +2 değerli bakır (2) bileşikleri daha düşük sıcaklıkta dengededir. Isıtılan bakır (2) bileşikleri bakır (1) bileşiklerine dönüşür. Bakır (1) bileşikleri de adi sıcaklıkta havanın oksijeniyle bakır (2) bileşiklerine yükseltgenir. Bileşiminde kristal suyu bulunan bakır (2) tuzları mavi veya yeşildir. Çoğu suda erir. Bakır (1) tuzları renksizdir. Suda erimez. Suda eriyen bütün bakır tuzları zehirlidir. Bakır tuzları bunzen alevinde yeşil ışık verir.

Bakır (1) Oksit (Kırmızı Bakır Oksit) Cu_2O :

Kızdırılmış bakır havada Cu_2O verir. $CuSO_4$ ve Na-K tartarat, NaOH karışımından yapılan **Fehling eriyiği** glikozla indirgenerek kırmızı Cu_2O çöktürülür. $Cu(OH)_2$ çökeleği olmamasına rağmen Fehling ayıracı $Cu(OH)_2$ olarak yazılabilir.

$$2Cu(OH)_2 + R \longrightarrow Cu_2O + 2H_2O + R(O)$$
Glikoz — Glikolik asit

Cu_2O kırmızı renkli bir tozdur; seyreltik H_2SO_4 karşısında ($Cu \cdot CuO$) gibi davranır.

$$H_2SO_4 + Cu_2O \longrightarrow CuSO_4 + Cu + H_2O$$

DENEY : 3 — Bir tüpte, seyreltik H_2SO_4 ile Cu_2O i karıştırıp çalkalayınız. Mavi renkli $CuSO_4$ eriğiyi oluşur, Cu çöker.

Bakır (2) Oksit (Siyah Bakır Oksit) CuO :

Siyah renkli CuO, $Cu(OH)_2$, $CaCO_3$ veya $Cu(NO_3)_2$ ın kızdırılmasıyle elde edilir.

$$Cu(NO_3)_2 \longrightarrow CuO + 2NO_2 + 1/2O_2$$
(Mavi) — (Siyah) (Kırmızı)

CuO asitlerde eriyerek mavi veya yeşil renkli bakır (2) tuzlarını verir. NH_3 eriyiğinde mavi $Cu(NH_3)_4(OH)_2$ **tetramin bakır hidroksit eriyiği** meydana gelir.

DENEY : 4 — a) Tüpte bulunan siyah CuO üzerine seyreltik asit dökünüz. Mavi renkli tuz eriyiği oluşur.

b) Siyah CuO üzerine derişik NH_3 eriyiği koyunuz, koyu mavi tetramin bakır hidroksit olur. Bu eriyiğe Schweitzer (Şvayzer) ayıracı denir. Derişik Schweizer ayıracı selülozu eritir. $Cu(OH)_2$ ten elde edilir.

$$CuO + 4NH_3 + H_2O \longrightarrow Cu(NH_3)_4(OH)_2$$

Bakır NH_3 ve CN^- vb. ile sağlam kompleksler yapar. Bu nedenle metalik bakır O_2 ile yükseltgenerek NH_3 eriyiğinde erir.

DENEY : 5 — Bir erlenmayere biraz bakır talaşıyle amonyak koyunuz. Kuvvetle çalkalayınız. Koyu mavi renk görülür. Kabın ağzını lastik mantarla sıkıca kapatıp mumlayınız. Zaman zaman çalkalayınız, 2-3 gün sonra renk açılır ve kaybolur.

Havada: $Cu + 1/2O_2 + 4NH_3 + H_2O \longrightarrow Cu(NH_3)_4(OH)_2$ (Koyu mavi)

Havasız ortamda: $Cu(NH_3)_4(OH)_2 + Cu \longrightarrow 2Cu(NH_3)_2OH$ Diamin bakır (1) hidroksit (renksiz)

Siyah bakır oksit mavi, yeşil renkli cam yapılmasında, organik kimyada yükseltgen olarak kullanılır.

Bakır (2) Hidroksit $Cu(OH)_2$:

Bakır (2) tuzları eriyiklerinden NaOH ile çöktürülerek elde edilir.

$$CuSO_4 + 2NaOH \longrightarrow Cu(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$$

Açık mavi renkli $Cu(OH)_2$ suda erimez, NH_3'te Şvayzer ayıracı vererek erir. Isıtılınca kolayca CuO'e dönüşür.

DENEY : 6 — a) $CuSO_4$ eriyiğine çökelme bitinceye kadar NaOH eriyiği koyunuz. Ayrılan $Cu(OH)_2$'i iki kısma ayırınız. Bir kısmını porselen kapsülde ısıtınız, renk CuO ayrılmasıyle siyahlaşır. İkinci kısma NH_3 ekleyiniz, koyu mavi Şvayzer eriyiği olur. Derişik Şvayzer ayıracı böyle elde edilir. Bunun için NH_3 eriyiği derişik olmalıdır.

b) $CuSO_4$ eriyiğine damla damla NH_3 ekleyiniz. Başlangıçta çöken $Cu(OH)_2$ NH_3'ün fazlasında erir ve koyu mavi $Cu(NH_3)_4SO_4$ tetramin bakır sulfat oluşur. Bütün bakır (2) bileşikleri NH_3 ile koyu mavi tetramin bakır bileşiklerini verir.

Bakır (1) Klorür Cu Cl :

Cu talaşıyle $CuCl_2$ karışımı derişik HCl ile kaynatılarak CuCl elde edilir.

$$Cu + CuCl_2 \xrightarrow{HCl} 2CuCl$$

DENEY : 7 — Erlenmayere derişik HCl ve içine çokça $CuCl_2$ ile Cu talaşı koyup kaynatınız. Eryiği soğuk suya dökünüz. Beyaz Cu Cl çöker.

CuCl havada yükseltgenerek $CuO \cdot CuCl_2$ bazik bakır (2) klorür verir.

Bakır (2) Klorür $CuCl_2 \cdot 2H_2O$:

Susuz $CuCl_2$ kahverengi, $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ yeşil renklidir. CuO veya $CuCO_3$ üzerine HCl etkisiyle elde edilir.

$$CuO + 2HCl \longrightarrow CuCl_2 + H_2O$$

$CuCl_2$ havasız yerde ısıtılırsa CuCl verir.

$$2CuCl_2 \longrightarrow 2CuCl + Cl_2$$

Bakır (2) Sulfat (Göztaşı) $CuSO_4 \cdot 5H_2O$:

Bakır bileşiklerinin en önemlisidir. Susuz $CuSO_4$ beyaz, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ mavidir.

DENEY : 8 — $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ kristallerini bir kapsülde dikkatle ısıtınız, rengi beyazlaşır. Soğutunuz. 1-2 damla su ekleyiniz, tekrar mavileşir.

Endüstride $CuSO_4$, seyreltik H_2SO_4 ile ıslatılan Cu talaşı içinden hava üflenerek elde edilir, hava yükseltgen olarak etkir.

$$Cu + 1/2O_2 + H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + H_2O$$

$CuSO_4$ büyük ölçüde bakırın elektrolik saflaştırılmasında, elektrolizle kaplama işlerinde, bağcılıkta, göştaşı adı altında mantar ve böcek öldürücü olarak kullanılır. $CuSO_4$ emdirilmiş kereste, mantar ve kurtlardan korunur. Böcek ve mantarları öldürmek için bağ kütüklerine, ağaçlara sürülen Bordo bulamacı $CuSO_4$ ve $Ca(OH)_2$ karışımıdır.

ÖĞRENDİKLERİMİZİN ÖZÜ

- **Bakır filizlerinin en önemlileri Cu_2O kuprit, $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$ malahit, Cu_2S halkosit, $CuFeS_2$ halkopirittir.**
- **Halkopiritten bakır elde etmek için evvelâ, a) Filiz flotasyonla zenginleştirilir, b) Kavrulur, c) Mat (bakır taşı) elde edilir, d) Mat konvertörlerde kavrulur ve bakır indirgenir (kavurma-reaksiyon), e) Ham bakır elektrolizle saflaştırılır.**
- **Bakır, modern endüstrinin sinir sistemidir. Elektrik üretimi, dağıtımı bakırla gerçekleşir.**
- **Bakır alaşımlarının en önemlileri Sn, Al, Mn, Si ile yaptığı tunçlar ve Zn ile yaptığı pirinç alaşımıdır.**
- **Bakır aktif değildir, su ve yükseltgen olmayan sulu asitlerle birleşmez.**
- **Bakır +1 ve +2 değerleri alır. +1 değerli bileşikler yüksek sıcaklıkta, +2 değerli bileşikler düşük sıcaklıkta dengededir.**
- **Bakır (1) tuzları renksizdir, suda erimez, havadan kolaylıkla bazik bakır (2) tuzlarına yükseltgenir.**
- **Bakır (2) tuzları suda erir. İçinde kristal suyu olanlar mavi, yeşil renklidir.**
- **HNO_3 ve sıcak derişik H_2SO_4 gibi yükseltgen asitler bakıra etkir, fakat H_2 çıkmaz.**

DÜŞÜNÜNÜZ, ARAŞTIRINIZ, CEVAPLANDIRINIZ :

1. Bakır filizlerinden üçünün adını ve formülünü yazınız.
2. Cu_2O kuprit ve $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$ malahitten bakırın nasıl elde edilebileceğini düşünüp yazınız.
3. Halkopiritten ham bakır nasıl elde edilir? İşlemleri ve reaksiyonları kısaca yazınız.
4. Ham bakır elektrolizle nasıl saflaştırılır? Anot ve katotta ne gibi değişmeler olur? Anot çamuru nedir?
5. Tunç ve pirinç nedir? Bunları bakırdan ayıran üç özelliği belirtiniz.
6. HCl, HNO_3, H_2SO_4 asitlerinin hangileri, hangi şartlarda bakıra etkir? Denklemlerle gösteriniz.
7. Bakır metalinden başlayarak CuO elde etmeye yarayan üç yolu denklemlerle açıklayınız.
8. Bakırdan $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ nasıl elde edilebilir? $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ dan elektroliz yapmadan nasıl bakır elde edilir? Denklemlerle açıklayınız.
9. Bakırdan $Cu(NO_3)_2$, $Cu(NO_3)_2$ tan CuO, CuO ten bakır nasıl elde edilir? Denklemlerle gösteriniz.
10. $CuCl_2$ den $Cu(OH)_2$, $Cu(NO_3)_2$, ve $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ nasıl elde edilir?
11. Suda erimeyen CuO, $Cu(OH)_2$, $CuCO_3$ un amonyakta erimesini denklemlerle gösteriniz.
12. $CuCl_2$ den Cu Cl, Cu Cl den Cu Cl_2 nasıl elde edilebilir? Denklemlerle gösteriniz.
13. İçinde %18,35 oranında halkopirit mineralı bulunan bakır filizinden saf bakır elde ederken işlemler sırasında bakırın %10'u kaybedilmektedir. Buna göre 1 ton filizden kaç kg. saf bakır elde edilebilir?
(Cevap: 57,15 kg.).
14. 28 gr. Cu-Si alaşımı derişik HNO_3 te eritilince 6 gram SiO_2 çöküyor. Alaşımdaki Cu ve Si yüzdelerini bulunuz.
(Cevap: %90 Cu, %10 Si).
15. Bir miktar Cu_2O, H_2 ile indirgeniyor ve kütlesi 3,2 gr. azalıyor. Alınan Cu_2O ve açığa çıkan Cu ne kadardır?
(Cevap: 28,6 gr. Cu_2O; 25,4 Cu).
16. 25,4 gram bakırdan derişik H_2SO_4 ile kaç gram $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ elde edilebilir? Reaksiyonda çıkan SO_2 nin N.Ş. da hacmi ne kadardır?
(Cevap: 99,8 gr. $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, 8,96 lit. SO_2).

BÖLÜM: XII

ÇİNKO VE CİVA

ANA ÇİZGİLER:

- **II B grubuna genel bakış.**
- **Çinko, bulunuşu ve elde edilişi.**
- **Çinkonun özellikleri, kullanılışı, bileşikleri.**
- **Civa, bulunuşu, elde edilişi.**
- **Civanın özellikleri, kullanılışı, malgamalar, bileşikleri.**

1 — GENEL BAKIŞ:

Çinko grubu adını alan Zn, Cd (kadmiyum), Hg metalleri periyodik sistemin II B grubunda bulunur. Özellikleri II A grubu metallerine benzemez. 1. Aktiflikleri II A grubundan çok daha azdır, 2. Aktiflik II A grubunun tersine atomnumarası büyüdükçe azalır; civa yarı soy metaldir, 3. Zn, Cd (+2), Hg ise (+1) ve (+2) değer alabilir, 4. Sıra içinde atomnumarası arttıkça e.n. ve k.n. düşer. Civa adi sıcaklıkta sıvıdır.

II B Grubu Metalleri ve Özellikleri

Özellikleri	Zn	Cd	Hg
Atomnumarası	30	48	80
Atom tartısı	65	112	200,6
Elektron sistemi	2.8.18.2	2.8.18.18.2	2.8.18.32.18.2
Yoğunluk gr./cm³	7,14	8,6	13,6 Sıvı 14,2 Katı
e.n. °C	419	321	—39
k.n. °C	907	767	357

ÇİNKO

2 — BULUNUŞU VE ELDE EDİLİŞİ:

Bulunuşu:

Aktif olduğu için tabiatta serbest çinko metali yoktur. En çok bulunan filizleri ZnS çinko blend, $ZnCO_3$ simitsonit, ZnO zinkittir. Çinko blend çoğu PbS, CdS, Ag_2S, As_2S_3, Sb_2S_3 vb. sülfürlerle karışmıştır.

Elde Edilişi:

Çinko, indirgeme ve elektroliz yollarıyle elde edilir.

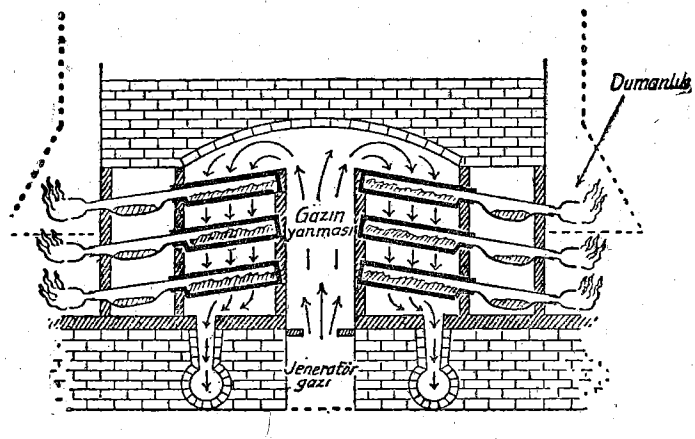
a) **İndirgeme yöntemi:** Önce filiz zenginleştirilir ve kavrulur, sonra ZnO indirgenir ve saflaştırma işlemi yapılır.

Zenginleştirilmiş ZnS filizi (veya $ZnCO_3$) hava akımında kavrularak ZnO a dönüştürülür.

$$ZnS+3/2O_2 \longrightarrow ZnO+SO_2$$

Bu sırada As_2O_3 ve Sb_2O_3 uçarak ZnO dan ayrılır.

Kavrulmuş filiz (ZnO) ve kok tozu karışımı kilden yapılmış yatay karnilerde (muffel) dıştan jeneratör gazı vb. bir yakıtla ısıtılır (Şekil: 73).



Şekil: 73 — Çinko muffel fırınlarında elde edilir.

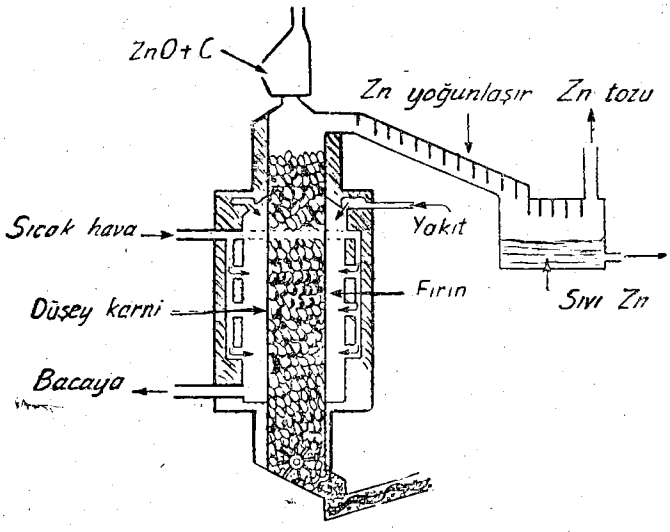
$$ZnO+C \rightleftarrows Zn+CO$$

Tersinir reaksiyonu sola döndürmemek için sıcaklık 1400°C den aşağı düşürülmez. Bu sıcaklıkta buharlaşan çinko karninin ısıtılmayan bölümünde yoğunlaşarak sıvılaşır.

Son yıllarda muffel fırınlarının yerini kesiksiz çalışan ve yine dıştan ısıtılan düşey fırınlar almıştır (Şekil: 74). Ele geçen çinkoda Fe, Cd, Pb, As bulunur. Bu ham çinko ayrımsal damıtma ile yabancı maddelerden temizlenir. %99,9'luk çinko elde edilir.

b) **Elektroliz yöntemi:** Flotasyonla zenginleştirilen filiz düşük sıcaklıkta kavrulur, $ZnSO_4$ ile az miktarda ZnO oluşur:

$$ZnS+2O_2 \longrightarrow ZnSO_4$$



Şekil: 74 — Düşey çinko fırını.

Karışım seyreltik H_2SO_4 de eritilir. $ZnSO_4$ eriyiği, katodu Al, anodu Pb olan aygıtta elektroliz edilir. Hemen hemen %100 saf çinko elde edilir.

3 — ÇİNKONUN ÖZELLİKLERİ:

Fiziksel Özellikleri:

Çinko mavimsi beyaz, parlak renklidir. Kırılgan ve iletkenliği azdır. Havada koruyucu $Zn(OH)_2 \cdot ZnCO_3$ bazik çinko karbonat katmanıyle örtüldüğü için donuk görülür.

Kimyasal Özellikleri:

Çinko yalnız +2 değer alır. Şiddetle ısıtılırsa mavi beyaz bir alevle yanar. S ve Cl_2 ile birleşir (denklemleri yazınız). Daha aktif olan çinko hidrojene elektron verir. Yükseltgen olmayan asitlerle H_2 çıkışıyle birleşir. Kızdırılmış çinko su buharına etkir.

$$Zn + 2HCl \longrightarrow H_2 + ZnCl_2$$

$$Zn + H_2O \text{ (buhar)} \xrightarrow{ISI} ZnO + H_2$$

DENEY : 1 — a) Bunzen alevi üzerine çinko tozu serpiniz. Mavi beyaz ışık vererek yanar.

b) İçinde 1 cm³ derişik H_2SO_4 bulunan tübü port-tübe yerleştiriniz, içine maşayla birkaç parça çinko atınız. Şiddetli bir reaksiyon olur. SO_2 kokusu duyulur ve kükürt parçaları ayrılır.

Kuvvetli bir indirgen olan çinko derişik H_2SO_4 i SO_2 ve kükürde ka-

dar indirgeyebilir. Derişik NHO_3 i NO_2 ye; seyreltik HNO_3 i NO, N_2 hatta NH_4NO_3 a kadar indirger.

$$3Zn+4H_2SO_4 \longrightarrow 3ZnSO_4+S+4H_2O$$
$$4Zn+10HNO_3 \longrightarrow 4Zn(NO_3)_2+NH_4NO_3+3H_2O$$

(Çok seyreltik)

$$4(Zn-2e \longrightarrow Zn^{+2})$$
$$1(N^{+5}+8e \longrightarrow N^{-3})$$

DENEY : 2 — Çinko parçaları üzerine derişik NaOH eriyiği dökünüz. Hafif ısıtınız, metal H_2 çıkışıyle erir.

Çinko amofter bir metaldir. Sıcak derişik NaOH eriyiğinde erir.

$$Zn+2NaOH \longrightarrow H_2+Na_2ZnO_2 \text{ (Sodyum zinkat)}$$

4 — ÇİNKONUN KULLANILIŞI VE ALAŞIMLARI :

Kullanılışı:

Çinko büyük ölçüde pil yapımında kullanılır. Çinko levhalarla çatılar örtülür. Demir veya çelik, çinkoyla kaplanarak korunur. Kaplama yer yer bozulursa bile, çinko demirden daha aktif olduğu için, demir yerine çinko elektron vererek paslanma önlenir. Kalay kaplama bu özelliği göstermez. Metalleri çinkoyla kaplamaya **galvanizleme** denir. Ürüne **galvanizli** demir vb. adları verilir. Galvanizlenecek metal önce asit banyosuna batırılarak oksit katmanı giderilir. Sonra, 1. Ergimiş çinko içine daldırma, 2. Kızgın metal üzerine çinko tozu püskürtme, 3. Elektroliz yollarından birisiyle kaplama yapılır. Çinkodan çeşitli alaşımlar yapılır ve çinko bileşikleri elde edilir.

Alaşımları:

Çinko metali, Cu, Cd, Al, Mg, Mn ile ikili, üçlü ve daha karışık alaşımlar yapar. Zn-Cu alaşımları (pirinçler) bakır bölümünde açıklanmıştır. Çinko alaşımları döküme çok elverişlidir. İçinde %4 Al bulunan **zamak** alaşımı hem döküme, hem işlenmeye uygundur. Bu alaşımlara konan az miktarda Mg dayanıklılığı artırır. **Delta** alaşımı (%60 Cu, %38,2 Zn, %1,8 Fe) sert ve esnektir. Kopmaya karşı dayanıklıdır.

5 — ÖNEMLİ ÇİNKO BİLEŞİKLERİ :

Çinko Oksit ZnO :

Çinkonun yakılması veya $Zn(OH)_2$, $ZnCO_3$, $Zn(NO_3)_2$ bileşiklerinin kızdırılmasıyle elde edilir.

$$Zn(NO_3)_2 \longrightarrow ZnO+2NO_2+1/2O_2$$

Beyaz bir tozdur. Isıtılınca sararır, suda erimez; fakat amfoter oksit olduğundan hem asitlerde, hem bazlarda erir.

$$ZnO + H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + H_2O$$
$$ZnO + 2NaOH \longrightarrow H_2O + Na_2ZnO_2 \text{ (Sodyum zinkat)}$$

ZnO bütün çinko bileşikleri gibi zehirli ve mikrop öldürücüdür. Yaralara merhem yapmakta kullanılır. Lastiğe dolgu maddesi olarak konur. ZnO ten (çinko beyazı) boya yapılır, H_2S etkisiyle kararmaz. Çünkü ZnS de beyaz renklidir.

Çinko Hidroksit $Zn(OH)_2$:

Çinko tuzları eriyiğine aşırısını koymaktan kaçınarak, NaOH eriyiği eklenirse $Zn(OH)_2$ çöker.

DENEY: 3 — Zn tuzu eriyiğine damla damla NaOH eriyiği ekleyiniz. Beyaz pelte halinde $Zn(OH)_2$ çöker. NaOH koymaya devam ediniz; çökeler kaybolur.

$$ZnCl_2 + 2NaOH \longrightarrow Zn(OH)_2 + 2NaCl$$

$Zn(OH)_2$ amfoter bir maddedir; hem asitlerde, hem bazlarda erir.

$$Zn(OH)_2 + 2NaOH \longrightarrow Na_2ZnO_2 + 2H_2O$$

Asitle olan reaksiyonu gösteren denklemi yazınız.

DENEY: 4 — $ZnCl_2$ eriyiğine damla damla NH_3 eriyiği koyunuz, $Zn(OH)_2$ çöker. NH_3 ün fazlasını koyunuz, çökelek erir.

$$ZnCl_2 + 2NH_3 + 2H_2O \longrightarrow Zn(OH)_2 + 2NH_4Cl$$
$$Zn(OH)_2 + 6NH_3 \longrightarrow Zn(NH_3)_6(OH)_2$$

Hekzamin çinko hidroksit

$Zn(OH)_2$ ısıtılınca kolaylıkla su kaybederek ZnO e dönüşür.

Çinko Klorür $ZnCl_2 \cdot 3H_2O$:

Zn, ZnO veya $ZnCO_3$ ın seyreltik HCl te eritilip, eriyikten kristalleştirilerek elde edilir. Isıtılırsa HCl çıkararak ZnO e dönüşür.

$$ZnCl_2 \cdot 3H_2O \longrightarrow ZnO + 2HCl + 2H_2O$$

$ZnCl_2$ eriyiği lehimcilikte kullanılır, lehimlenecek yere sürülen eriyiğe sıcak havya dokununca HCl çıkar ve yüzeydeki oksit katmanını eritir. Böylece lehim daha iyi tutar.

Susuz $ZnCl_2$, Zn üzerinden Cl_2 veya kuru HCl gazı geçirilerek elde edilir. $ZnCl_2$ eriyiği tahta eşyanın korunmasında, kâğıda emdirilerek **vulkan fiber** yapılmasında kullanılır.

Çinko Sulfat $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$:

Elde edilişi $ZnCl_2 \cdot 3H_2O$ e benzer. $ZnSO_4$ ve BaS karışımından kararmayan **litofon** boyası yapılır.

$$BaS + ZnSO_4 \longrightarrow \underset{\text{Litofon}}{BaSO_4 + ZnS}$$

CİVA

6 — BULUNUŞU VE ELDE EDİLİŞİ:

Bulunuşu:

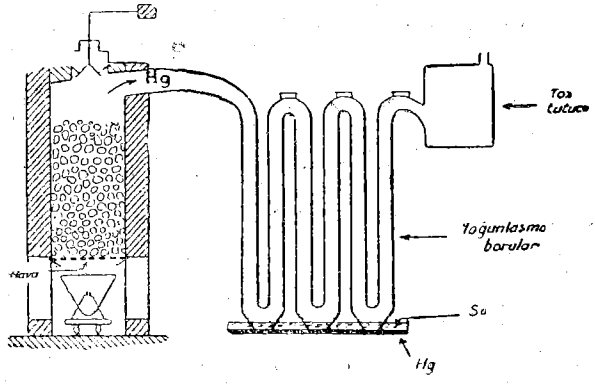
Civaya serbest halde ve Ag, Au malgaması şeklinde pek az rastlanır. En önemli civa filizi HgS zencefredir. Yurdumuzda Uşak, Ödemiş (Halıköy), Konya, Kocaeli bölgelerinde bulunur. Ödemiş (Halıköy) filizleri işletilmektedir. Son yıllarda Konya filizleri de işletmeye açılmıştır.

Elde Edilişi:

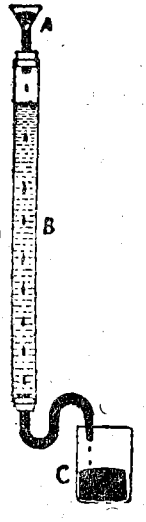
Civa zencefrenin (HgS), odunla ısıtılan tekne fırınlarında (Şekil· 75) veya son yıllarda akaryakıtla ısıtılan döner fırınlarda kavrulmasıyle elde edilir. Sıcaklık 600°C nin üstünde tutularak HgO veya $HgSO_4$ oluşması önlenir. Civa damıtılır.

$$HgS + O_2 \longrightarrow Hg + SO_2$$

Civa buharı suya daldırılmış kil veya demir borularda yoğunlaştırılır. Yoğunlaşan civa su altında toplanır. Elde edilen ham civada Cu, Pb bulunur. Saflaştırmak için $HgNO_3$ ile doyurulmuş seyreltik HNO_3 içine damlatılır (Şekil: 75/A). Daha aktif olan Cu, Pb erir; geriye kalan civa bir daha damıtılırsa %100'lük civa ele geçer.



Şekil: 75 — Zencefreden civa elde edilmesinde kullanılan fırın.



Şekil: 75/A — Civanın temizlenmesi: A. Ham civa, B. $HgNO_3$ ile seyreltik HNO_3, C. Temizlenmiş civa.

(T. Şeşbeş, Metal Kimyası, Şekil 128'den faydalanılmıştır).

7 — CİVANIN ÖZELLİKLERİ, KULLANILIŞI, ALAŞIMLARI (MALGAMALAR) :

Fiziksel Özellikleri:

Civa ağır (d=13.6 gr./cm³) ve adi sıcaklıkta sıvı olan biricik metaldir (e.n. —39°C). Genleşme katsayısı büyüktür. Katı civa gümüşe benzer. Civa buharlı lambalar ultraviyolesi bol beyaz ışık verirler.

Fizyolojik etkisi: Civa buharı çok zehirlidir, koklamak tehlikelidir.

Kimyasal Özellikleri:

Civa +1 ve +2 değerler alır. Bakırdan daha soydur. Adi sıcaklıkta havada oksitlenmez. Isıtılırsa, 350°C de yavaş yavaş yüzeyi kırmızı HgO katmanıyle örtülür. Civa Cl_2, I_2, S ile birleşir.

DENEY : 5 — Biraz civayı tentürdiyotla çalkalayınız. Yeşil Hg_2I_2 oluşur. Bu dayanıksızdır, kısa zamanda $Hg_2I_2 \longrightarrow Hg + HgI_2$ denklemine göre bozunur. Yeteri kadar iyot varsa, bir süre sonra civanın tümü kırmızı HgI_2 e dönüşür. Isıtınız, bozunur, tübün üst kısmında iyot, dibinde civa damlacıkları toplanır. (Denklemi yazınız).

Su, yükseltgen olmayan asitler ve bazlar civaya etkimez. Seyreltik HNO_3 pek yavaş, derişik HNO_3 NO_2 çıkışıyle ve şiddetle etkir.

$$Hg + 2H_2SO_4 \text{ (sıcak-derişik)} \longrightarrow HgSO_4 + SO_2 + 2H_2O$$
$$Hg + 4HNO_3 \text{ (derişik)} \longrightarrow Hg(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$$
$$3Hg + 4HNO_3 \text{ (seyreltik)} \longrightarrow 3HgNO_3 + NO + 2H_2O$$

DENEY : 6 — a) Civa damlacıkları üzerine derişik H_2SO_4 koyup ısıtınız. SO_2 çıkar, beyaz $HgSO_4$ çöker.

b) Derişik HNO_3 ile ısıttığınız Hg damlacıkları NO_2 çıkışıyle erir.

Civa, metallerin çoğuyle malgama adı verilen, alaşımlar yapar.

DENEY : 7 — a) Bir bakır levhaya bir damla civa koyarak pamukla ovunuz, beyaz parlak Cu-Hg malgaması (alaşımı) oluşur. Isıtınız, Hg uçar. (Civa buharını koklamayınız).

b) Bir bakır parçasını civa tuzu eriyiğine batırınız. Yüzü beyaz civa malgamasıyle kaplanır.

c) Bir bez torbaya koyduğunuz civayı $AgNO_3$ eriyiğine batırınız, parlak gümüş kristalleri ayrılır.

$$Cu^0 + Hg^{+2} \longrightarrow Cu^{+2} + Hg^0$$
$$Hg^0 + 2Ag^{+1} \longrightarrow 2Ag + Hg^{+2}$$

Kullanılışı:

Civa barometre, termometre, otomatik elektrik anahtarı, civa buharlı lambalar ve civa buharlı doğrultmaçlar yapılmasında kullanılır. Civadan

çeşitli malgamalar, civa bileşikleri elde edilir. Nükleer reaktörlerin ısısından civa dolaşımıyla faydalanılır.

Malgamalar:

Civa I A, I B, II A, II B grubu metalleri ve Pb, Sn ile kolaylıkla malgama yapar. Isıtılmış civa içine Na parçaları atılırsa ışık saçarak erir. Na malgaması tıpkı sodyum gibi suya etkir, indirgendir. NaOH elde edilmesinde ve indirgen olarak organik kimyada kullanılır. Sn malgaması gümüşe benzer. Eskiden ucuz ayna yapımında kullanılırdı. Fakat zehirli olduğu için yerini gümüşe bırakmıştır. Taze hazırlanmış Ag-Sn-Hg alaşımı (malgama) plastiktir. Fakat zamanla katılaşır, bundan diş dolgusu yapılır.

8 — BİLEŞİKLERİ:

+2 değerli civa (2) tuzları kolaylıkla +1 değerli civa (1) tuzlarına hatta metalik civaya indirgenir. Buna karşılık civa (1) tuzları metalik civa ve civa (2) tuzlarına ayrışır.

$$2HgCl_2 + SnCl_2 \longrightarrow Hg_2Cl_2 + SnCl_4$$

$$Hg_2^{+1} \rightleftarrows Hg^0 + Hg^{+2}$$

$$Hg_2Cl_2 \rightleftarrows Hg + HgCl_2$$

Suda eriyen civa bileşikleri zehirlidir, kullanırken dikkatli olmalıdır.

Civa (2) Oksit HgO:

Kaynama noktasına kadar ısıtılan civa kırmızı HgO e dönüşür. Bu da 450°C de ayrışır.

$$2Hg + O_2 \xrightleftharpoons{\text{ISI}} 2HgO$$

$HgCl_2$ eriyiğine NaOH konursa $Hg(OH)_2$ yerine sarı HgO çöker.

$$HgCl_2 + 2NaOH \longrightarrow HgO + 2NaCl + H_2O$$

Civa (2) Sülfür HgS:

Tabiatta bulunan türü zencefredir. Elementlerinden veya tuzlarından, H_2S ile çöktürülerek, siyah HgS elde edilir.

$$HgCl_2 + H_2S \longrightarrow HgS + 2HCl$$

Siyah HgS ısıtılırsa kırmızı türüne dönüşür. Kırmızı HgS vermiyon adı altında boya olarak kullanılır.

DENEY: 8 — a) Civa (2) tuzu eriyiğine NaOH koyunuz. HgO çöker. Çökeleği tüpte ısıtınız.

b) Civa (2) tuzu eriyiğinden H_2S gazı geçiriniz. Siyah HgS çöker.

Civa (2) Klorür (Süblime) $HgCl_2$:

Isıtılan Hg üzerinden Cl_2 gazı geçirilerek elde edilir. Isıtılınca süblimleşir. Suda erir, çok zehirlidir. Kolaylıkla Hg_2Cl_2 ye indirgenir.

Civa (1) Klorür (Kalomel) Hg_2Cl_2:

Hg ve $HgCl_2$ ün birlikte damıtılmasıyle veya $HgNO_3$ eriyiğinden HCl ile çöktürülerek elde edilir.

$$HgNO_3 + HCl \longrightarrow HgCl + HNO_3$$

Kalomel suda erimez. Yüksek sıcaklıkta ve güneş ışığında Hg ile $HgCl_2$ e ayrışır.

ÖĞRENDİKLERİMİZİN ÖZÜ

- **II B grubu elementlerinde, atomnumarası arttıkça aktiflik azalır ve e.n., k.n. ları düşer.**
- **Çinkonun önemli filizleri ZnS çinko belnd, $ZnCO_3$ Smitsonit (kalamin) dir.**
- **ZnS den çinko elde edilirken filiz önce kavrulur, oluşan ZnO karbonla indirgenir. Ham çinko damıtılarak saflaştırılır.**
- **Çinko aktif ve amfoter bir metaldir. Asitler, bazlar, kızgın su buharıyle birleşir.**
- **ZnO ve $Zn(OH)_2$ amfoter maddelerdir. Asitlerle birleştiği gibi bazlarla da birleşerek zinkat (çinkat) denen tuzları yapar.**
- **Civa, HgS zencefre filizinin kavrulmasıyle elde edilir.**
- **Civa yarı soy bir metaldir. Yükseltgen olmayan asitler, bazlar ve suyla reaksiyon vermez.**
- **Civa metallerin çoğuyle malgama adı verilen alaşımlar yapar.**
- **Civa, bileşiklerinde +1 ve +2 değer alır. Civa bileşikleri zehirlidir. Çoğu dayanıksızdır. Bozunur ve kolayca indirgenirler.**

DÜŞÜNÜNÜZ, ARAŞTIRINIZ, CEVAPLANDIRINIZ:

1. a) Smitsonit, b) Çinko blend'den saf çinko nasıl elde edilir? Denklemlerle gösteriniz.
2. Çinko ve civanın ikişer kullanış yerini açıklayınız.
3. Çinko blend, zencefre, malgama, galvanizli demir, kalomel, süblime nedir? Açıklayınız.
4. Çinko metalinden başlayarak $ZnCl_2 \cdot 3H_2O$, $ZnCl_2$, ZnO, $Zn(OH)_2$ nasıl elde edilir? Denklemlerle gösteriniz.
5. $Zn(NO_3)_2$ den ZnO, $Zn(OH)_2$, $ZnSO_4$ ve Zn nasıl elde edilir? Denklemlerle gösteriniz.
6. Çinko H_2O, seyreltik H_2SO_4, derişik H_2SO_4, NaOH eriyiği, $Pb(NO_3)_2$ eriyiğine nasıl etki eder? Denklemlerle gösteriniz.
7. Çinko seyreltik HNO_3, derişik HNO_3 ve asitlendirilmiş $FeCl_3$ eriyiğine nasıl etkir? Denklemlerle gösteriniz.

8. Zn, ZnO, $Zn(OH)_2$ in amfoter olduklarını gösteren denklemleri yazınız.
9. Civadan HgO, $HgCl_2$, Hg_2Cl_2, HgS nasıl elde edilir? Denklemlerini yazınız.
10. Civanın termometre, barometre, civa buharlı lambalarda kullanılması hangi özelliklerine dayanır?
11. Aşağıdaki denklemleri tamamlayarak denkleştiriniz:

a) $Cu^0 + Hg^{+2} \longrightarrow$ e) $Hg(NO_3)_2 + NaOH \longrightarrow$

b) $HgO \xrightarrow{\text{ISI}}$ f) $HgNO_3 + HCl \longrightarrow$

c) $Hg + HgCl_2 \longrightarrow$ g) $Hg^0 + Hg^{+2} \longrightarrow$

d) $Hg^{+2} + Fe \longrightarrow$ h) $Zn^0 + Fe^{+3} \longrightarrow Fe^{+2} + \ldots\ldots$

12. 40 gr. pirincin Cl_2 ile birleşmesiyle elde edilen tuz suda eritiliyor. Eriyik HCl ile asitlendirildikten sonra bolca demir tozuyle çalkalanınca 25 gr. çökelek ayrılıyor. Çökelek nedir? Pirincin içinde bulunan metallerin % oranlarını bulunuz.
(Cevap: Çökelek Cu, %62,5 Cu, %37,5 Zn).
13. 13 gr. çinkoyu $ZnCl_2$ e çeviren HCl gazının N.Ş. daki hacmi kaç litredir? HCl yerine kaç gram %7,3'lük hidroklorik asit kullanılabilir. Reaksiyondan çıkan gazın N.Ş. daki hacmi ne olur?
(Cevap: 8,96 lit. HCl, 200 gr. asit, 4,48 lit. H_2).
14. İçinde %22,4 HgS bulunan zencefrenin 1 tonundan kaç kg. %96,6'lık ham civa elde edilir? (Cevap: Yaklaşık 200 kg. ham civa).
15. 60,18 gram Hg ile seyreltik HNO_3 ten kaç gram $HgNO_3$ ve N.Ş. da kaç litre NO elde edilir? Reaksiyonda kaç gram %6,3'lük HNO_3 harcanır?
(Cevap: 78,78 gr. $HgNO_3$, 2,24 lit. NO, 400 gr. HNO_3).

BÖLÜM: XIII

KURŞUN, KALAY

ANA ÇİZGİLER :

- **IV A grubuna genel bakış.**
- **Kurşun, bulunuşu, elde edilişi.**
- **Kurşunun özellikleri, kullanılışı, bileşikleri.**
- **Kalay, bulunuşu, elde edilişi, özellikleri, kullanılışı, bileşikleri.**

1 — GENEL BAKIŞ :

C, Si, Ge (germanyum), Sn (kalay), Pb (kurşun) periyodik sistemin IV A grubunda bulunurlar.

1. Bu elementler +2, +4 ve —4 değerler alabilirler. (Niçin?).

2. Grup içinde atomnumarası büyüdükçe atom çapları ve buna bağlı olarak elektron verme yatkınlığı (metal karakteri) artar; elektron ilgisi (ametal karakteri) azalır. C, Si ametaldir, metalik özellik Ge da başlar; Sn ve Pb metal özelliği gösterir.

3. C, Si atomları bütün bileşiklerinde ortak elektron çiftleriyle bağlanır. Buna karşılık Sn, Pb bileşiklerinin çoğu iyonik bağlıdır.

4. Kaynama noktaları atom tartısı arttıkça düşer.

IV A Grubu Elementlerinin Özellikleri

Alı	Karbon	Silisyum	Germanyum	Kalay	Kurşun
Sembolü	C	Si	Ge	Sn	Pb
Atomnumarası	6	14	32	50	82
Atom tartısı	12	28	72,6	118,7	207
Elektron düzeni	2.4	2.8.4	2.8.18.4	2.8.18.18.4	2.8.18.32.18.4
Yoğunluk gr./cm³	2,25 (Grafit)	2,42	5,35	7,28	11,34
e.n. °C	3500	1420	959	232	327
k.n. °C	4200	2355	2700	2270	1620

KURŞUN

2 — KURŞUNUN BULUNUŞU VE ELDE EDİLİŞİ:

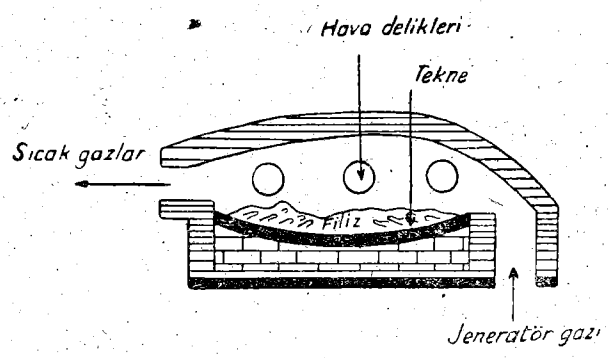
Bulunuşu:

En önemli filizi PbS galendir. Bunun yanında çoğunlukla Ag, Cu, As, Sb, Bi, Sn sülfürleri de bulunur. $PbCO_3$ seruzit, $PbSO_4$ anglezit filizlerine daha az rastlanır. Keban'da çıkarılan PbS yanında Ag_2S bulunduğundan simli kurşun adını alır.

Elde Edilişi:

1. Filizin zenginleştirilmesi, 2. Kavurma-reaksiyon veya kavurma indirgeme, 3. Saflaştırma işlemlerini içine alır.

1. **Filizi zenginleştirme:** Galen ince toz halinde öğütülür. Flotasyonla zenginleştirilir.



Şekil: 76 — Reverber (yansımalı alev) fırını. Alev fırının tavanından yansır.

2. **Kavurma-reaksiyon:** Zenginleştirilmiş filiz **reverber** (yansımalı alev) fırınlarında (Şekil: 76) önce az hava akımında 500-600°C ısıtılarak galenin bir kısmının kavrulması sağlanır. Sonra hava kesilerek sıcaklık yükseltilir. Kavrulan kısımla, PbS ün reaksiyona girmesi sağlanır.

Kavurma: $2PbS + 3O_2 \longrightarrow 2PbO + 2SO_2$

Reaksiyon: $PbS + 2PbO \longrightarrow 3Pb + SO_2$

$$3PbS + 3O_2 \longrightarrow 3Pb + 3SO_2$$

veya,

Kavurma: $PbS + 2O_2 \longrightarrow PbSO_4$

Reaksiyon: $PbS + PbSO_4 \longrightarrow 2Pb + 2SO_2$

$$2PbS + 2O_2 \longrightarrow 2Pb + 2SO_2$$

Düşük değerli filizler önce bütün kurşun sülfür PbO e dönüşünceye kadar kavrulur. Sonra kok ve kireç taşıyle karıştırılarak yüksek fırınlara benzeyen daha küçük fırınlarda indirgenir. Kireç taşı SiO_2 oranı yüksek olan gangla dışık yapar.

$$PbO + CO \longrightarrow Pb + CO_2$$
$$2PbO + C \longrightarrow 2Pb + CO_2$$

DENEY : 1 — Bölüm III., Deney: 5'i tekrarlayınız.

3. **Saflaştırma:** %100 saf kurşun elektrolizle sağlanır. Anot ham kurşun, katot saf kurşun, elektrolit $PbSiF_6$ (kurşun hekzafluoro silikat)tır. Anot erir, katotta saf kurşun ayrılır. Anot çamurunda Au, Ag gibi değerli metaller bulunur.

2 — ÖZELLİKLERİ, KULLANILIŞI, ALAŞIMLARI :

Fiziksel Özellikleri:

Yüzeyi kazınmış kurşun mavimsi beyaz renkli ve parlaktır.

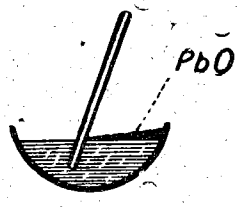
DENEY : 2 — %10'luk $Pb(NO_3)_2$ eriyiğine Zn parçaları atınız; bir süre sonra parlak kurşun kristalleri çinko üzerinde ağaç şeklinde ayrılır. Sıyırarak toplayınız; çakıyle ezildiğini görünüz.

Kurşun, yumuşaktır. Bıçakla kesilir, tırnakla çizilebilir. Kâğıda sürülürse iz bırakır. Kurşun levha ve boru yapılabilir; fakat tel yapılması kolayca kopar. Ağır bir metaldir ($d = 11{,}34$ gr./cm³). Kolay ergir (e.n. 327°C). Havada mat-gri (kurşunî renkte) bazik karbonat katmanıyle örtülür. Kurşun buharı ve bütün kurşun bileşikleri zehirlidir.

Kimyasal Özellikleri:

Kurşun +2, +4 değerleri alır. Kuru hava veya içinde hava bulunmayan su adi sıcaklıkta etkimez. Havada kızdırılan kurşun oksitlenir, Cl_2 ve S ile birleşir.

DENEY : 3 — Bir miktar kurşunu porselen kapsülde eritiniz, bir demir kaşıkla karıştırınız, yüzeyde yavaş yavaş sarı PbO (masiko) toplanır (Şekil: 77).



Şekil: 77 — Isıtılan ergimiş kurşun havada oksitlenir.

İçinde O_2 ve CO_2 bulunan sular akan kurşun boruların yüzeyi, suda pek az eriyen bazik karbonat katmanıyle örtülür.

$$2Pb + O_2 + 2H_2O \longrightarrow 2Pb(OH)_2$$
$$Pb(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow PbCO_3 + H_2O$$

$$2Pb + O_2 + H_2O + CO_2 \longrightarrow PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$$

Bazik kurşun karbonat

Fakat kurşun borulardan geçen sularda bulunan CO_2'in etkisiyle bazik kurşun karbonat katmanı suda eriyen $Pb(HCO_3)_2$'a dönüşerek kay-

bolur. Bu yüzden kurşun levhalarla kaplı damlardan toplanan sular tehlikelidir, içilmez. Eğer borulardan sert su geçerse $CaCO_3$, $CaSO_4$ gibi alkali toprak karbonat ve sulfatları çökerek, bir süre sonra, boruların iç yüzeyini örter. Bu katman zehirli Pb^{+2} iyonlarının suya geçmesini önler. Böyle borulardan gelen sular içilebilir.

Kurşun, hidrojenden daha aktif olduğu halde, HCl ve seyreltik H_2SO_4 etkimez. Çünkü yüzeyde suda erimeyen $PbCl_2$, $PbSO_4$ katmanları oluşur. H_2SO_4 elde edilirken kurşun odalar kullanılmasının nedeni budur. Ancak sıcak derişik H_2SO_4 ve HNO_3 kurşuna etkir. $CH_3 \cdot COOH$ (asetik asit) hava akımında kurşunla kolaylıkla birleşir.

$$Pb + 2H_2SO_4 \text{ (sıcak derişik)} \longrightarrow PbSO_4 + SO_2 + 2H_2O$$

HNO_3 de asidin derişikliğine ve sıcaklığına göre çeşitli azot oksitleri çıkarak birleşir, bazlar kurşuna etkimez.

$$3Pb + 8HNO_3 \text{ (seyreltik)} \longrightarrow 3Pb(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$$

Kullanılışı:

Kurşun, su boruları yapılmasında, damların örtülmesinde, kurşunlu akümülatörlerde ve H_2SO_4 sentezinde (kurşun odalar) toprak ve sualtı kabloları, çeşitli kurşun alaşımları ve bileşikleri yapılmasında kullanılır. Kurşundan üstübeç (beyaz), sülüğen (kırmızı), kurşun kromat (sarı) boyaları yapılır.

Alaşımları:

Önemli kurşun alaşımları aşağıda gösterilmiştir:

Adı	% oranı	Özelliği	Kullanılışı
Lehim	40-60 Pb, 60-40 Sn	180-200°C de ergir	Lehim işleri
Saçma	99,5 Pb, 0,5 As	Ergimiş alaşım bir delikten akıtılırsa yuvarlak damlacıklar şeklinde donar.	Av saçması.
Matbaa harfi	82 Pb, 15 Sb, 3 Sn	Döküme elverişlidir, güç aşınır.	Matbaa harfleri
Sert kurşun	90-95 Pb, 5-10 Sb	Sert, aşınmaz.	Akümülatör, piston kolu.

4 — ÖNEMLİ KURŞUN BİLEŞİKLERİ :

Kurşun (2) oksit PbO :

Kurşun monoksit de denir. Endüstride ergimiş kurşunun reverber fırınlarında hava akımında kızıl dereceye kadar ısıtılmasıyle elde edilir. Laboratuvarda $PbCO_3$, $Pb(NO_3)_2$ veya Pb_3O_4 ün kızdırılmasıyle sağlanır.

DENEY : 4 — $Pb(NO_3)_2$ ü tüpte ısıtınız, önce ergir, sonra kırmızı kahverengi NO_2 gazı vererek bozunur. Soğutunuz, tüpte sarı PbO (masiko) kalır.

$$Pb(NO_3)_2 \xrightarrow{\text{ISI}} PbO + 2NO_2 + 1/2O_2$$
(Beyaz) (Sarı) (Kırmızı)

Masiko ergiyene kadar ısıtılırsa turuncu **litarj (mürdesenk)** olur. PbO amfoterdir. Asitler ve bazlarla birleşir.

$$PbO + 2HNO_3 \longrightarrow Pb(NO_3)_2 + H_2O$$
$$PbO + 2NaOH \longrightarrow Na_2PbO_2 + H_2O$$
Sodyum plumbit

PbO kurşun camı yapılmasında kullanılır. Yağlı boyaların çabuk kurumasını sağlar (sikatif).

Kurşun (2), (4) Oksit (Minyum-Sülüğen) Pb_3O_4:

PbO in 400°C de hava akımında ısıtılmasıyle elde edilir. Reaksiyon iki yönlüdür. Yüksek sıcaklıkta ayrışır.

$$6PbO + O_2 \underset{470°C}{\overset{400°C}{\rightleftharpoons}} 2Pb_3O_4$$

Açık kırmızı renklidir. PbO ile PbO_2 nin bileşiğidir.

$$2PbO \cdot PbO_2 = Pb_3O_4 \text{ [Kurşun (2) orto plumbat]}$$

DENEY : 5 — Kırmızı kurşun oksit (minyum) üzerine seyreltik ve sıcak HNO_3 koyunuz, çalkalayınız, koyu kahverengi PbO_2 çöker.

$$Pb_3O_4 + 4HNO_3 \longrightarrow 2Pb(NO_3)_2 + PbO_2\downarrow + 2H_2O$$

Minyum kırmızı yağlı boya yapılmasında, cam endüstrisinde PbO yerine kullanılır.

Kurşun (4) Oksit (Dioksit) PbO_2:

Minyumla seyreltik HNO_3 ten elde edilir. Çikolata renkli PbO_2 ısıtılınca önce Pb_3O_4 e, daha yüksek sıcaklıkta PbO ya döner.

$$3PbO_2 \longrightarrow Pb_3O_4 + O_2 \longrightarrow 3PbO + 3/2O_2$$

PbO_2, MnO_2 gibi yükseltgendir.

$$PbO_2 + 4HCl \longrightarrow PbCl_2 + Cl_2 + 2H_2O$$

Amfoter oksittir. Bazik oksitler veya sıcak derişik bazlarla, plumbat tuzlarını yapar.

$$PbO_2 + 2NaOH \longrightarrow \underset{\text{Sodyum metaplumbat}}{Na_2PbO_3} + H_2O$$

Kurşun Sulfat $PbSO_4$:

Kurşun tuzları eriyiklerinden H_2SO_4 ile çötürülür. Beyaz renklidir, suda erimez.

$$Pb(NO_3)_2 + H_2SO_4 \longrightarrow PbSO_4\downarrow + 2HNO_3$$

Kurşun İyodür PbI_2:

Suda $PbCl_2$ den daha az erir. Kurşun tuzu eriyiğine KI eriyiği ekleyerek elde edilir.

DENEY : 6 — Seyreltik $Pb(NO_3)_2$ eriyiğine birkaç damla seyreltik KI eriyiği koyunuz. Sarı renkli PbI_2 çöker. Kaynatınız, erir; soğumaya bırakınız, parlak sarı PbI_2 kristalleri ayrılır.

$$Pb(NO_3)_2 + 2KI \longrightarrow PbI_2 + 2KNO_3$$

Üstübeç (Bazik Kurşun Karbonat) $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$:

Kurşundan çeşitli yöntemlerle elde edilir. Bu yöntemlerde asetik asit yardımı ile (katalizör) nemli hava ve CO_2 karışımı kurşuna etki ettirilir, üstübeç oluşur.

$$6Pb + 3O_2 + 4CO_2 + 2H_2O \xrightarrow{\text{Asetik asit}} 2[2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2]$$

üstübeç elde edilir. Modern yöntemde reaksiyon odasında, içine seyreltik asetik asit konmuş kapların üzerine kurşun levhalar asılır. CO_2 ile hava karışımı odanın altından yavaş yavaş gönderilir.

Üstübeç, kurşun beyazı adıyle eskiden çok kullanılırdı. Bugün yerini kararmayan litofona bırakmıştır. H_2S etkisiyle kararan üstübeç H_2O_2 ile ağartılır (aşağıya bakınız).

Kurşun Sülfür (PbS :

Siyah parlak renkli PbS, kurşun tuzları eriyiğinden H_2S ile çöktürülür. Kurşun tuzları eriyiğine batırılmış süzgeç kâğıdı H_2S in ayıracıdır.

PbS, H_2O_2 veya O_3 ile beyaz $PbSO_4$'a yükseltgenir.

DENEY : 7 — $Pb(NO_3)_2$ eriyiğine batırılmış süzgeç kâğıdını, bir tüpte FeS üzerine seyreltik HCl dökerek çıkardığınız, H_2S gazına tutunuz. Kâğıt parlak, siyah PbS ile kararır. H_2O_2 içine atınız, çalkalayınız, beyazlaşır.

$$Pb(NO_3)_2 + H_2S \longrightarrow PbS + 2HNO_3$$
$$PbS + 4H_2O_2 \longrightarrow PbSO_4 + 4H_2O$$

Siyah — Beyaz

KALAY

5 — KALAYIN BULUNUŞU VE ELDE EDİLİŞİ :

Bulunuşu:

Tabiatta serbest kalaya pek az rastlanır. En önemli filizi SnO_2 **kasiterit** (kalay taşı) tir.

Elde Edilişi:

Kasiterit filizi öğütülür, suyla yıkanır. Taş, toprak sürüklenir. SnO_2 yoğunluğu büyük olduğundan kalır, filiz zenginleşmiş olur. Sonra kavrularak sülfürlerden arınır. Zenginleştirilmiş ve arınmış filiz reverber fırınlarında (Şekil: 76) veya yüksek fırınlara benzeyen küçük fırınlarda indirgenir.

$$SnO_2 + 2CO \longrightarrow Sn + 2CO_2$$

Saflaştırmak için kalay ergiyene kadar ısıtılır, eğimli bir yüzeyden akıtılır, içindeki yabancı maddeler yüzeye yapışarak tutulur.

6 — ÖZELLİKLERİ, BİLEŞİKLERİ, KULLANILIŞI :

Fiziksel Özellikleri:

Beyaz, parlak ve yumuşak bir metaldir. Kalay çok ince (0,01 mm.) levha haline gelebilir. Kolay ergir (e.n. 232°C). Havada yüzeyi koruyucu SnO_2 zarıyle kaplanır. Bu zar hem parlaklığı bozmaz, hem de daha fazla oksitlenmeyi önler.

Kimyasal Özellikleri:

Bileşiklerinde +2 ve +4 değerli olabilir. Adi sıcaklıkta hava ve sudan etkilenmediği için koruyucu metal olarak kullanılır. Havada SnO_2 olur. Cl_2 ile birleşir, kalay (4) klorür (tetraklorür) yapar. HCl oldukça hızlı, fakat seyreltik H_2SO_4 yavaş etkir ve kalay (2) tuzları olur.

$$Sn + 2Cl_2 \longrightarrow SnCl_4$$ [Kalay (4) klorür] (Kalay tetraklorür)
$$Sn + 2HCl \longrightarrow SnCl_2 + H_2$$

Sıcak derişik H_2SO_4 kalayı +4 değere yükseltger.

$$Sn + 4H_2SO_4 \longrightarrow Sn(SO_4)_2 + 2SO_2 + 4H_2O$$

HNO_3 ün etkisi asidin derişikliğine ve sıcaklığına bağlıdır. Saf veya çok derişik olursa etkimez.

DENEY : 8 — Kalay yaprakları üzerine derişik HNO_3 dökünüz. Isıtınız, beyaz metastannik asit çöker.

Çökelek alınır, ısıtılırsa SnO_2 elde edilir. SnO_2 seyreltik asitlerde erimez.

Seyreltik: $3Sn + 8HNO_3 \longrightarrow 3Sn(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$

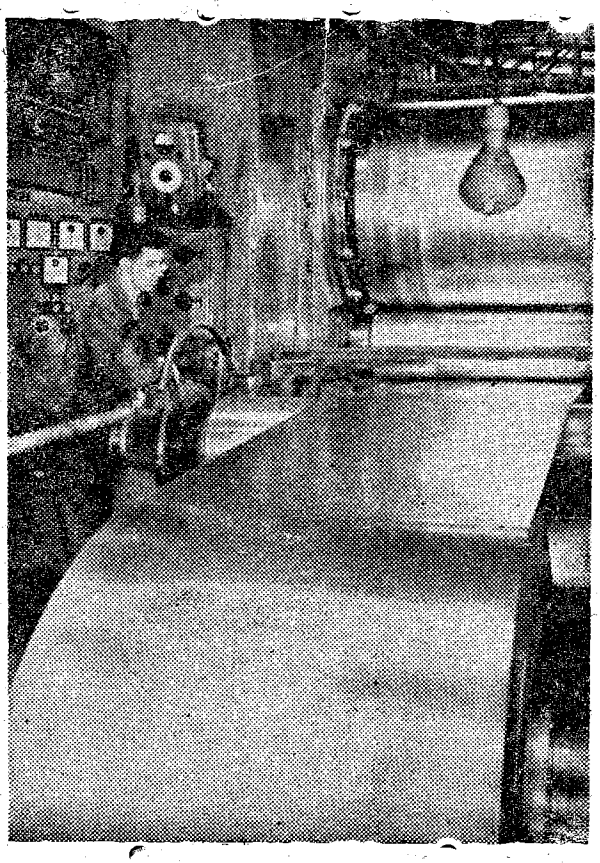
Derişik: $Sn + 4HNO_3 \longrightarrow |H_2SnO_3| + 4NO_2 + H_2O$

Metastannik asit

Kalay sıcak derişik NaOH ve KOH da erir. Bu özelliğiyle kurşundan ayrılır, çinkoya benzer.

$$Sn + 2KOH + H_2O \longrightarrow K_2SnO_3 + 2H_2$$

Potasyum stannat



Şekil: 78 — Teneke levhanın bobine sarılması.

Kalayın Kullanılışı ve Alaşımları:

Çelik levhalar kalayla kaplanarak teneke elde edilir (Şekil: 78). Kaplama, demirin yüzeyindeki oksit katmanı asitle temizlendikten sonra, ergimiş kalaya daldırılarak veya elektrolizle yapılır. Yalnız demir daha aktif olduğundan bir yeri aşınan teneke çabucak paslanır.

İnce kalay levhalar besinleri sarmakta kullanılır. Şimdi daha ucuz Al levhalar kalayın yerini almıştır. Kalaydan çeşitli alaşımlar ve bileşikler elde edilir.

Kalay alaşımlarından lehim kurşun bölümünde, diğer önemli alaşımları aşağıda açıklanmıştır.

Ad	% oranları	Özelliği	Kullanılışı
Antifriksiyon	75 Sn, 12,5 Sb, 12,5 Cu	Sert, güç aşınır	Makine yatakları
Britanya metali	93 Sn, 5 Sb, 2 Cu	Beyaz, parlak, dayanıklı	Çatal, kaşık.

Önemli Bileşikleri:

Kalay (4) Oksit (Dioksit) SnO_2:

Kalayın yakılması veya derişik HNO_3 ile yükseltgenmesinden elde edilir. Ancak sıcak derişik H_2SO_4 den etkilenir. Katı NaOH veya KOH ile stannatları verir. Daha çok asit oksit özelliği gösterir.

Kalay (2) Hidroksit $Sn(OH)_2$:

Kalay (2) tuzlarından bazlarla çöktürülür. Fakat bazın fazlasında stannit vererek erir.

$$SnCl_2 + 2NaOH \longrightarrow Sn(OH)_2 + NaCl$$
$$Sn(OH)_2 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SnO_2 + 2H_2O$$

Sodyum stannit

Kalay (2) Klorür $SnCl_2 \cdot 2H_2O$:

Kalay seyreltik HCl de eritilir, eriyikten $SnCl_2 \cdot 2H_2O$ kristalleştirilir.

$SnCl_2$ indirgendir. Fe^{+3} ü Fe^{+2} ye, Hg^{+2} yi Hg^{+} e ve Hg^{0} ya indirger.

DENEY : 9 — $HgCl_2$ eriyiğine $SnCl_2$ eriyiği karıştırınız. Önce beyaz Hg_2Cl_2 çöker, sonra renk kararır, ince dağılmış civa damlacıkları ayrılır.

$$SnCl_2 + 2HgCl_2 \longrightarrow Hg_2Cl_2 + SnCl_4$$
$$SnCl_2 + Hg_2Cl_2 \longrightarrow 2Hg^{0} + SnCl_4$$

Kalay (4) Klorür (Tetraklorür) $SnCl_4$:

Sn ile Cl_2 dan elde edilir. Uçucudur (k.n. 114°C). Kalay atomları klor atomlarına ortak elektron çiftleriyle bağlandığı için molekül yapılıdır. Burada kalayın ametal özelliği görülür. $SnCl_4$ suyla hidroliz olur, HCl ve SnO_2 oluşur. $SnCl_4$ buharı havanın nemiyle sis yapar.

$$SnCl_4 + 2H_2O \longrightarrow SnO_2 + 4HCl$$

ÖĞRENDİKLERİMİZİN ÖZÜ

- **Kurşun flotasyonla zenginleştirilmiş galenden kavurma-reaksiyon yöntemiyle elde edilir.**
- **Kurşun yumuşak, kolay ergiyen bir metaldir. Havada bazik karbonat katmanıyle örtülür.**
- **Kalay ve kurşun +2, +4 değerler alır. Kurşun, klorür ve sulfatı suda erimediği için, HCl ve seyreltik H_2SO_4 ten etkilenmez.**
- **PbO ve SnO amfoter oksitlerdir. PbO_2 ısıtılınca Pb_3O_4 ya dönüşür. Yükseltgendir.**
- **Kalay bütün asitlerde erir. Derişik HNO_3 te $SnO_2 \cdot H_2O = H_2SnO_3$ metastannik asit oluşur.**
- **$SnCl_2$ indirgen bir maddedir. Hg^{++} yi Hg^{+} ve Hg^0 ye indirger.**
- **Lehim en önemli kalay-kurşun alaşımıdır.**

DÜŞÜNÜNÜZ, ARAŞTIRINIZ, CEVAPLANDIRINIZ :

1. Seruzitten ham kurşun, kasiteritten ham kalay nasıl elde edilir? Denklemlerini yazınız.
2. Pb dan PbO, Pb_3O_4, PbO_2 nasıl elde edilir? Denklemlerle gösteriniz.
3. PbO ve SnO in amofter olduklarını denklemlerle gösteriniz.
4. $Pb(NO_3)_2$ ve $SnCl_2$ eriyiklerine damla damla NaOH eriyiği ekleniyor, ayrılan çökelekler NaOH fazlasında eriyor. Olayları açıklayınız, denklemleri yazınız.
5. $Pb(NO_3)_2$ den PbO, Pb_3O_4, $PbCl_2$, Pb nasıl elde edilir? Denklemlerle gösteriniz.
6. Pb_3O_4 den PbO, PbO_2, PbS nasıl elde edilir? Denklemlerle açıklayınız.
7. Laboratuvarda $SnCl_2$ den Sn, $Pb(NO_3)_2$ den Pb nasıl elde edersiniz?
8. PbO ve SnO in CO, HCl, HNO_3, NaOH ile verdiği reaksiyonları denklemlerle gösteriniz.
9. a) Galvanizli demirle tenekeden hangisi daha dayanıklıdır? Niçin?
   b) Kurşun boyaları niçin kararır? Nasıl ağartılır?
10. Galen, litofon, çinko beyazı, kurşun beyazı nedir? Açıklayınız.
11. Aşağıdaki denklemleri tamamlayarak denkleştiriniz:

a) $PbO_2 \xrightarrow{\text{ısı}}$ d) $SnCl_2 + HgCl_2 \longrightarrow$

b) $Pb + HNO_3$ (seyreltik) $\longrightarrow$ e) $PbO_2 + HCl \xrightarrow{\text{ısı}}$

c) $Sn(OH)_2 + NaOH \longrightarrow$ f) $SnO + HCl \longrightarrow$

12. **İçinde %9,56 PbS bulunan galen filizinin 1 tonundan %90 verimle kaç kg. saf Pb elde edilebilir?**
(Cevap: 74,52 kg. Pb).

13. Bir Zn-Cu-Sn alaşımının 49,44 gr.ı seyreltik HNO_3'te eritildikten sonra asidin fazlası nötürleştiriliyor. Eriyik bolca demir tozuyle çalkalanınca demirin 22,4 gr. azaldığı, buna karşılık 36,44 gramlık yeni bir çökelek ayrıldığı görülüyor. Alaşımdaki Zn, Cu, Sn miktarlarını bulunuz.
(Cevap: 13 gr. Zn, 12,7 gr. Cu, 23,74 gr. Sn).

14. Bir miktar Pb_3O_4 500°C de uzun süre ısıtılırsa kütlesi 0,32 gr. azalıyor. Alınan ve oluşan madde miktarlarını bulunuz.
(Cevap: 13,70 gr. Pb_3O_4, 13,38 gr. PbO, N.Ş. da 224 cm^3 O_2).

15. İçinde %12,5 SnO_2 bulunan kasiterit filizinin 1 tonundan kaç kg %98,8 luk ham kalay elde edilebilir?
(Cevap: Yaklaşık olarak 100 kg.).

BÖLÜM: XIV

ARSENİK, ANTİMON, BİZMUT

ANA ÇİZGİLER :

- **V A grubuna genel bakış.**
- **Arsenik, bulunuşu, elde edilişi, özellikleri, bileşikleri.**
- **Antimon, bulunuşu, elde edilişi, özellikleri, bileşikleri.**
- **Bizmut, bulunuşu, elde edilişi, özellikleri, bileşikleri.**

1 — GENEL BAKIŞ :

Periyodik sistemin «azot grubu» adı verilen V A grubunda N, P, As, Sb, Bi elementleri bulunur. Bu elementler:

1. —3, +3 ve +5 değerliklerini alırlar,

2. Elektron ilgileri IV A grubu elementlerinden daha büyük, ametal karakterleri daha fazladır.

3. Atomnumarası büyüdükçe atom çapı ve buna bağlı olarak elektron verme yatkınlığı (metal karakteri) artar. Buna karşılık elektron ilgisi (ametal karakteri) azalır. N, P, ametaldir. Metal karakteri As de başlar. As, Sb, Bi yarı metaldirler. Bi metallere çok benzer. N_2O_5 asit, As_2O_3 amfoter, Bi_2O_3 bazik oksittir.

V A Grubu Elementleri ve Bazı Özellikleri

Adı	Azot	Fosfor	Arsenik	Antimon	Bizmut
Sembolü	N	P	As	Sb	Bi
Atomnumarası	7	15	33	51	83
Atom tartısı	14	31	75	122	209
Elektron sistemi	2.5	2.8.5	2.8.18.5	2.8.18.18.5	2.8.18.32.18.5
Yoğunluk gr./cm³	0,001251	1,82	5,73	6,68	9,80
e.n. °C	—210	44	615	631	271
k.n. °C	—196	280	Süblimleşir	1380	1560

ARSENİK

2 — BULUNUŞU VE ELDE EDİLİŞİ :

Bulunuşu:

Tabiatta serbest arsenik pek azdır. Daha çok AsS **kırmızı zırnık** (realgar), As_2S_3 **sarı zırnık** (orpiment), FeAsS **mispikel taşı** mineralleri bulunur. As_2S_3 e birçok sülfürlü filizlerde rastlanır.

Elde Edilişi:

Arsenikli filizlerin kavrulmasıyle ele geçen As_2O_3, C ile indirgenir. As_2O_3 ve odun kömürü karışımı kil potalarda ısıtılır.

$$As_2O_3+3C \longrightarrow 2As+3CO$$

Mispikel taşı ısıtılırsa As ayrılır.

$$FeAsS \longrightarrow As+FeS$$

3 — ÖZELLİKLERİ VE BİLEŞİKLERİ :

Fiziksel Özellikleri:

«Metalik» arsenik gri renkli, kristal yapılı, kırılgan ve yarı iletkendir. Üzeri oksit katmanıyle kaplıdır. Bu yüzden donuk görünür. Özellikleriyle metale benzer. Fakat kolayca süblimleşir. As_4 moleküllerinden yapılmış arsenik buharı birden soğutulursa CS_2 de eriyen sarı «ametalik» arsenik oluşur. **Arsenik ve bileşikleri çok zehirlidir, çok dikkatli kullanmalıdır.**

Kimyasal Özellikleri:

—3, +3, +5 değerlerini alan arsenik havada yanarak As_2O_3, klorla kolaylıkla bileşerek $AsCl_3$ verir.

Su ve yükseltgen olmayan asitler etkimez. Sıcak derişik H_2SO_4 ile As_2O_3, derişik HNO_3 ile H_3AsO_4 (arsenat asidi) verir. Bazlardan etkilenmez.

$$3As+5HNO_3+2H_2O \longrightarrow 3H_3AsO_4+5NO$$

Kullanılışı:

Arsenikten bazı alaşımlar ve arsenik bileşikleri yapılır.

Bileşikleri:

Arsenik Trioksit As_2O_3:

Arseniğin yakılması ve arsenikli filizlerin kavrulmasıyle elde edilir.

$$2As_2S_3 + 9O_2 \longrightarrow 2As_2O_3 + 6SO_2$$

Uçucu ve zehirlidir. Kuvvetli asitler ve bazlarla birleşir, **asit oksit** yönü ağır basan bir amfoter oksittir.

$$As_2O_3 + 6HCl \longrightarrow 2AsCl_3 + 3H_2O$$
$$As_2O_3 + 6NaOH \longrightarrow 2Na_3AsO_3 + 3H_2O$$
Sodyum arsenit

As_2O_3 suyla pek az birleşerek amfoter $As(OH)_3$ verir.

Arsenik Triklorür $AsCl_3$:

As ile Cl_2 den elde edilir, uçucudur. Havanın nemiyle sis yapar. Suyla tam hidroliz olur.

$$AsCl_3 + 3H_2O \longrightarrow As(OH)_3 + 3HCl$$

Arsenik Hidrür (Arsenikli Hidrojen, Arsin) AsH_3:

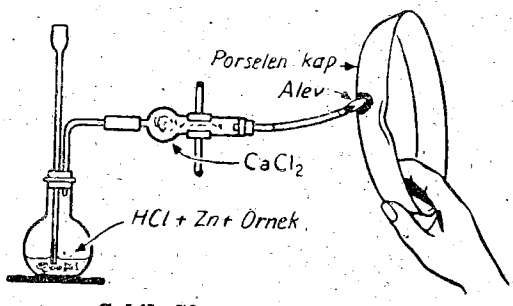
Sarımsak kokulu, çok zehirli bir gazdır. Arsenik bileşiklerinin H_2 ile indirgenmesinden elde edilir.

$$As_2O_3 + 6H_2 \longrightarrow 2AsH_3 + 3H_2O$$

Kolayca yanar. Isıtınca ayrışır. Bu özelliklerinden adlî tıpta çok az miktarda arseniğin tanınmasında faydalanılır.

$$2AsH_3 + 3O_2 \longrightarrow As_2O_3 + 3H_2O$$
$$2AsH_3 \longrightarrow 2As + 3H_2$$

DENEY : 1 — Marsh deneyi: Çok az miktarda arseniğin tanınmasına yarar. (Deneyi kapalı ocakta yapınız). Şekil: 79'daki düzeneği hazırlayınız. Balona çinko parçaları, HCl ve çok az arsenik bileşiği koyunuz. Kısa gaz deneyi yaptıktan sonra gazı yakınız; oluşan AsH_3 alevin sıcaklığında ayrışır. Aleve tuttuğunuz beyaz porselen tabak veya kapsülün soğuk yüzeyinde arsenik aynası görünür.



Şekil: 79 — Marsh deneyi.

Arsenik Trisülfür As_2S_3:

Arsenik (3) tuzları eriyiklerinden H_2S geçirilerek sarı renkte As_2S_3 çöktürülür. (Deneyiniz).

ANTİMON

1 — BULUNUŞU VE ELDE EDİLİŞİ :

Bulunuşu:

En önemli filizi Sb_2S_3 stibindir, serbest antimona az rastlanır.

Elde Edilişi:

Zengin filizler ısıtılır, Sb_2S_3 ergiyerek akar, yabancı maddelerden kurtarılır. Sonra demir eğintisiyle karıştırılarak tekrar ısıtılır.

$$Sb_2S_3+3Fe \longrightarrow 2Sb+3FeS$$

Fakir filizler kavrulur ve odun kömrüyle indirgenir.

$$2Sb_2S_3+9O_2 \longrightarrow 2Sb_2O_3+6SO_2$$
$$Sb_2O_3+3C \longrightarrow 2Sb+3CO$$

5 — ÖZELLİKLERİ VE BİLEŞİKLERİ:

Fiziksel Özellikleri:

Antimon gümüş parlaklığında, kristal yapılı ve kırılgandır. Isı ve elektriği arsenikten daha iyi iletir.

Kimyasal Özellikleri:

Antimonun metal karakteri arsenikten fazladır. —3, +,3 +5 değerler alır. İnce dağılmış antimon tozu klorla ışık saçarak, şiddetle birleşir.

DENEY : 2 — Klor dolu şişeye ince antimon tozu serpiniz. Kıvılcım saçarak $SbCl_3$ e yükseltgenir (Şekil: 79/A).

Şekil: 79/A — Antimon tozu Cl_2 içinde kıvılcımlar saçarak yanar.

Yükseltgen olmayan asitlerden etkilenmez. Derişik H_2SO_4 ile $Sb_2(SO_4)_3$, derişik HNO_3 ile $H_4Sb_2O_7$ (piro antimonik) asit verir. Bu asit kolayca Sb_2O_5 vererek ayrışır.

$$6Sb+10HNO_3+H_2O \longrightarrow 3H_4Sb_2O_7+10NO$$

Antimon Sn, Pb ve Cu ile çeşitli alaşımlar yapar. Antimon kurşunun sertliğini ve dayanıklılığını artırır. Kalay, kurşun ve bakırla yaptığı, antifriksiyon (Sn-Sb-Cu), Britanya metali (Sn-Sb-Cu), sert kurşun (Pb-Sb), matbaa harfleri (Pb-Sn-Sb) alaşımları kalay ve kurşun bölümünde açıklanmıştır.

Bileşikleri:

Antimon trioksit Sb_2O_3: Antimon veya Sb_2S_3 ün yakılmasıyle elde edilir. Amfoter oksittir. Bazik karakteri As_2O_3 den daha fazladır.

Antimon triklorür $SbCl_3$: Sb a klorun etkisiyle oluşur.

$$2Sb+3Cl_2 \longrightarrow 2SbCl_3$$

Suda erir ve hidroliz olur.

$$SbCl_3 + H_2O \rightleftarrows SbOCl + 2HCl$$

Bazik antimon klorür

Antimon trisülfür As_2S_3: Antimon (3) tuzları eriyiklerinden H_2S geçirilerek çöktürülür. Sb_2S_3 turuncu renklidir. Turuncu tuzu ısıtılırsa siyah parlak renge dönüşür.

DENEY : 3 — Ayrı tüplere, $AsCl_3$, $SbCl_3$, $BiCl_3$ eriyikleri koyunuz, her birinden H_2S geçiriniz, meydana gelen çökelekleri inceleyiniz, denklemleri yazınız.

Antimon hidrür SbH_3: Elde ediliş ve özellikleri AsH_3'e benzer, daha kolay ayrışır. **Marsh** deneyi ile Sb bileşiklerinin tanınmasına yarar. Açığa çıkan antimon daha beyazdır.

BİZMUT

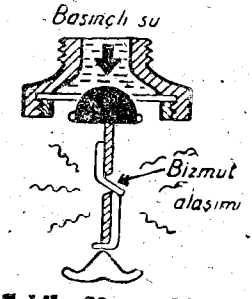
6 — BİZMUTA GENEL BAKIŞ :

Bulunuşu ve Elde Edilişi:

Tabiatta serbest halde bulunur, fakat en önemli filizi Bi_2S_3 bizmutin'dir. Bizmut, bizmutin'in kavrularak odun kömürü ile indirgenmesinden elde edilir.

Özellikleri:

Bizmut fiziksel ve kimyasal özellikleriyle metallere antimondan daha çok benzer. Çok dayanıksız ve uçucu BiH_3 vermesi dışında bütün özellikleri metal özellikleridir. Havada yanar, Cl_2 ve S ile birleşir, +5 değerli bileşikleri dayanıksız ve yükseltgendir. Kolayca elektron alarak +3 değerli bizmuta dönüşür. Bizmuta sadece yükseltgen asitler etkir.



Şekil: 80 — Otomatik yangın söndürücü, Isınan alaşım çubukları erir, tıpa düşer, su fışkırır.

Kullanılışı:

Bizmut başlıca kolay ergiyen alaşımlar yapılmasında, bizmut bileşiklerinin elde edilmesinde kullanılır. Bizmut alaşımlarından 100°C nin altında ergiyenler su fışkırtan otomatik yangın söndürücülerde (Şekil: 80), 100°C nin üzerinde ergiyenler elektrik sigortalarında ve yangın alarm zillerinde kullanılır. Metalik bizmut termo-elektrik pil yapımında, $(BiO)_2CO_3$ bazik bizmut karbonat, mide hastalıklarında ve sindirim sisteminin röntgen filminin çekilmesinde kullanılır.

Kolay Ergiyen Bizmut Alaşımları

Adı	% oranları	e.n. °C	Kullanılışı
Rosemetal	25 Sn, 25 Pb, 50 Bi	94	Otomatik yangın söndürücüleri.
Wood alaşımı	15 Sn, 30 Pb, 40 Bi, 15 Cd	61	Otomatik yangın söndürücüleri.
Kalay-bizmut	42 Sn, 58 Bi	149	Elektrik sigortası.

Bileşikleri:

Bizmut trioksit Bi_2O_3: Endüstride metalik bizmutun veya Bi_2S_3ün yakılması laboratuvarda $Bi(NO_3)_3$ veya $(BiO)_2CO_3$ ısıtılmasıyle elde edilir.

$$(BiO)_2CO_3 \longrightarrow Bi_2O_3 + CO_2$$

H_2, CO, C ile kolaylıkla metale indirgenir, bazik oksittir (Sb_2O_3 ile karşılaştırınız).

Bizmut klorür $BiCl_3$: Bizmuta Cl_2 etkisiyle elde edilir. Suda hidroliz olur. BiOCl bazik bizmut klorür çöker ($AsCl_3$ ve $SbCl_3$ ile karşılaştırınız).

$$BiCl_3 + H_2O \longrightarrow BiOCl\downarrow + 2HCl$$

ÖĞRENDİKLERİMİZİN ÖZÜ

- As, Sb, Bi sırasında metal özelliği artar, ametal özelliği azalır. Bizmutun özellikleri metallere benzer.
- As, Sb, Bi sülfürlü filizlerin kavrulması ve oluşan oksitlerin odun kömürüyle indirgenmesiyle elde edilir.
- As, Sb, Bi —3, +3, +5 değerler alır. Bi daha çok +3 değerlidir.
- As, Sb, Bi elementleri HNO_3 ve derişik H_2SO_4 gibi yükseltgen asitlerden etkilenir. Diğer asitler, su ve bazlar bu elementlere etkimez.
- As_2O_3, Sb_2O_3, Bi_2O_3 sırasında bazik özellikler çoğalır. As_2O_3 daha çok asit, Sb_2O_3 amfoter, Bi_2O_3 bazik oksittir.
- AsH_3, SbH_3, BiH_3 ten en dayanıksızı BiH_3 tür. Hepsi de uçucudur.

DÜŞÜNÜNÜZ, ARAŞTIRINIZ, CEVAPLANDIRINIZ:

1. V A grubunda en çok ametal özelliği gösteren elementle, en çok metal özelliği gösteren element hangisidir? Niçin?
2. As, Sb, Bi filizlerinden kavurma yoluyle elementler nasıl elde edilir? Denklemlerle gösteriniz.

3. As, Sb, Bi elementlerinden hangisi ametallere, hangisi metallere daha çok benzer? Yargınıza destek olan iki sebep söyleyiniz.
4. As, Sb, Bi elementleri HCl, H_2SO_4, HNO_3 ten hangileriyle hangi şartlarda birleşir? Denklemlerini yazınız.
5. As_2O_3, Sb_2O_3, Bi_2O_3 bileşiklerinden hangisi HCl ve NaOH, hangisi yalnız HCl ile birleşir? Denklemlerle gösteriniz.
6. $AsCl_3$, $SbCl_3$, $BiCl_3$ bileşikleri suda eridikleri zaman nasıl değişirler? Denklemleri yazınız.
7. Bileşiminde %18 Bi_2S_3 bulunan filizin iki tonundan kaç kg. Bi elde edilebilir? (Cevap: 292 kg. Bi).
8. N.Ş. da 6,72 litre Cl_2 ile kaç gr. $SbCl_3$ elde edilebilir? Bunun suda eritilmesinden ne kadar SbOCl çöker?
(Cevap: 45,7 gr. $SbCl_3$, 34,7 gr. SbOCl).

BÖLÜM: XV

KROM, MANGAN, KOBALT, NİKEL

ANA ÇİZGİLER:

- Genel bakış.
- Krom, elde edilişi, özellikleri, kullanılışı, bileşikleri.
- Mangan, elde edilişi, özellikleri, kullanılışı, bileşikleri.
- Kobalt-nikel, elde edilişi, özellikleri, kullanılışı, bileşikleri

1 — GENEL BAKIŞ:

Cr, Mn, Fe, Co, Ni periyodik sistemin dördüncü periyodunun ortasında bulunan (geçiş) B tipi elementlerdendir.

1. Bunlar yoğunluklarının büyük, erime noktalarının yüksek olması, değişik değerlik almaları, fazla aktif olmamaları, renkli iyon vermeleri, kompies yapma eğilimi göstermeleri yönlerinden birbirine benzerler.

2. Atomnumarası arttıkça özellikler pek az değişir. Örneğin kromdan nikele doğru aktiflik (elektron verme yatkınlığı) yavaş yavaş azalır. Bunun için yakın komşular birbirine daha çok benzerler.

3. Krom ve manganın tabiatta daha çok oksitli filizleri bulunur. Bunlar yüksek pozitif değer alırlar. Yüksek değerli oksitleri asit oksittir ve yükseltgendir.

4. Fe, Co, Ni (demir grubu) mıknatıslanırlar. +2 değerli bileşikleri birbirine benzer.

Adı	Krom	Manganez	Demir	Kobalt	Nikel
Sembolü	Cr	Mn	Fe	Co	Ni
Atomnumarası	24	25	26	27	28
Atom tartısı	52	55	56	59	59
Elektron sistemi	2.8.13.1	2.8.13.2	2.8.14.2	2.8.15.2	2.8.16.2
Yoğunluk gr./cm³	7,1	7,2	7,9	8,9	8,9
e.n. °C	1890	1260	1537	1493	1452
k.n. °C	2480	1900	3000	2900	2900
Değerlik	2, 3, 6	2, 3, 4, 6, 7	2, 3	2, 3	2, 4
Oksitleri	Cr_2O_3	MnO, MnO_2	FeO	CoO	NiO
	CrO_3	MnO_3, Mn_2O_7,	Fe_2O_3	Co_2O_3	NiO_2
		Mn_3O_4	Fe_3O_4	Co_3O_4	Ni_3O_4

KROM

2 — KROMA GENEL BAKIŞ :

Başlıca filizi $FeO \cdot Cr_2O_3$ **kromit**tir. Krom kromitten sağlanan Cr_2O_3 ten alüminotermi (Goldschmidt) yöntemiyle elde edilir.

$$Cr_2O_3 + 2Al \longrightarrow Al_2O_3 + 2Cr$$

Kromit kokla indirgenerek çelik endüstrisinde çok kullanılan **ferrokrom alaşımı** elde edilir.

$$FeO \cdot Cr_2O_3 + 4C \longrightarrow Fe + 2Cr + 4CO\uparrow$$

Özellikleri:

Krom mavimsi beyaz, parlak ve sert bir metaldir. +2, +3, +6 değerli olabilir. +6 değerliyken yükseltgendir. Metal havada koruyucu oksit zarıyle örtüldüğü için daha fazla etkilenmez. Yükseltgen olmayan asitlerle H_2 çıkışıyle birleşir. Derişik H_2SO_4 kromla birleşirken SO_2 çıkar. HNO_3 kromu pasifleştirir, fakat kaynama sıcaklığında etkir. Krom, kükürt ve klorla kolaylıkla birleşir.

Kullanılışı:

Krom yüzeyi parlak ve havadan etkilenmediği için başlıca elektrolizle demir, çelik eşyanın kaplanmasında (**kromaj**), çeşitli çeliklerin, krom bileşiklerinin elde edilmesinde kullanılır. Krom demirin yüzeyini iyi örtmediği için demir önce bakırla, sonra bakır kromla kaplanır. Çelik dışındaki alaşımlardan en önemlisi direnç teli olarak kullanılan **nikromdur** (VI—3).

Bileşikleri:

Krom (3) Oksit Cr_2O_3: Laboratuvarda $(NH_4)_2Cr_2O_7$ amonyum bikromatın ısıtılmasıyle elde edilir.

$$\underset{\text{Kırmızı}}{(NH_4)_2Cr_2O_7} \longrightarrow \underset{\text{Yeşil}}{Cr_2O_3} + N_2 + 4H_2O$$

DENEY : 1 — Bir metal levha üzerine 15-20 gram $(NH_4)_2Cr_2O_7$ ı koni şeklinde yığınız. Tepesini tutuşturunuz. Volkan püskürmesine benzer şiddetli bir reaksiyon olur, $(NH_4)_2Cr_2O_7$ ayrışır, geriye yeşil renkli Cr_2O_3 kalır.

Cr_2O_3 amfoterdir, asitler ve ergimiş KOH ile birleşir. Yeşil boya ve renkli sır yapmakta kullanılır. $Cr_2O_3 + K_2CO_3 + KClO_3$ karışımı ergitilirse potasyum kromat (K_2CrO_4) meydana gelir (bazik yükseltgen ergitme).

$$Cr_2O_3 + 2K_2CO_3 + KClO_3 \longrightarrow 2K_2CrO_4 + KCl + 2CO_2$$
$$2Cr^{+3} + Cl^{+5} \longrightarrow 2Cr^{+6} + Cl^-$$

Krom (6) Oksit (Trioksit) CrO_3 ve Kromatlar:

Krom trioksit $K_2Cr_2O_7$ ile derişik H_2SO_4 den elde edilir.

$$K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \longrightarrow 2CrO_3 + K_2SO_4 + H_2O$$

Koyu kırmızı CrO_3 bir asit oksittir, tuzları kromat ve bikromat adını alır. Nötür veya bazik ortamda kromatlar, asitli ortamda bikromatlar oluşur.

$$2K_2CrO_4 + H_2SO_4 \longrightarrow K_2Cr_2O_7 + K_2SO_4 + H_2O$$

Potasyum kromat — Potasyum bikromat

$$K_2Cr_2O_7 + 2KOH \longrightarrow 2K_2CrO_4 + H_2O$$

(Turuncu) — (Sarı)

DENEY: 2 — a) K_2CrO_4 eriyiğine birkaç damla seyreltik H_2SO_4 koyunuz. Sarı renk turuncuya döner. KOH eriyiği damlatınız, renk tekrar sarı olur.

b) K_2CrO_4 eriyiğine $Pb(NO_3)_2$ eriyiği koyunuz. Boya olarak kullanılan kurşun kromat (krom sarısı) çöker.

$$K_2CrO_4 + Pb(NO_3)_2 \longrightarrow PbCrO_4\downarrow + 2KNO_3$$

CrO_3 ve tuzları yükseltgen maddelerdir.

DENEY: 3 — $K_2Cr_2O_7$ eriyiğini H_2SO_4 ile asitlendiriniz. Bolca H_2O_2 ekleyiniz. şiddetli bir reaksiyonla O_2 çıkar, renk yeşile döner.

$$K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4 + 3H_2O_2 \longrightarrow 3O_2 + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 7H_2O$$
$$2(Cr^{+6} + 3e \longrightarrow Cr^{+3})$$
$$3(O_2^{-2} - 2e \longrightarrow O_2^0)$$

MANGANEZ (MANGAN)

3 — MANGANEZE GENEL BAKIŞ:

Bulunuşu ve Elde Edilişi:

Başlıca filizi MnO_2 **piroluzittir.** Mn_3O_4 **hausmannit** ve $MnCO_3$ **mangan spatı** daha az bulunur. MnO_2 kızdırılarak Mn_3O_4, bundan da alüminotermi ile Mn elde edilir.

$$3Mn_3O_4 + 8Al \longrightarrow 4Al_2O_3 + 9Mn$$

Özel çelikler yapılmasında kullanılan ayna demiri (20-30 Mn, 70-80 Fe) vb. **ferromangan** alaşımlarını elde etmek için uygun orandaki MnO_2-Fe_2O_3 karışımı odun kömürüyle indirgenir.

Özellikleri:

Manganez pembemsi beyaz, parlak, sert ve kırılgan bir metaldir. +2, +3, +4, +6, +7 değerlerini alır. Yüksek değerli birleşikleri kuvvetli yükseltgen maddelerdir. Aktifliği demirden fazla, çinkodan azdır. Üzerinde koruyucu oksit zarı oluşmadığı için sıcak suya H_2 çıkışıyle etkir, özellikle nemli havada kolayca oksitlenir. Bütün asitler, halojenler, S ve C ile birleşir.

Kullanılışı:

Manganez başlıca çeşitli alaşımların ve manganez bileşiklerinin elde edilmesinde kullanılır. Çeliğe sertlik verir, oksitlenmesini ve kükürtle birleşmesini önler. Manganlı çelikler çelik bölümünde açıklanmıştır. **Manganin** (%84 Cu, 12 Mn, 4 Ni) direnci sıcaklıkta değişmez, direnç telleri elektrik sobası yapımında kullanılır.

Bileşikleri:

Tuzlarından +2 değerliler hafif pembe, +3 değerliler (dayanıksız) kiraz kırmızısı, +4 değerli bileşiği (MnO_2) siyah, +6 değerli **manganatlar** (dayanıksız) yeşil, +7 değerli **permanganatlar** menekşe renklidir.

Mangan Dioksit MnO_2: Tabiatta **piroluzit mineralini yapar. Mn (2)** tuzlarının bazik ortamda yükseltgenmesiyle oluşur.

$$MnSO_4 + Br_2 + 4NaOH \longrightarrow MnO_2 + Na_2SO_4 + 2NaBr + 2H_2O$$

DENEY : 3 — $MnSO_4$ eriyiğine NaOH eriyiği koyunuz, $Mn(OH)_2$ çöker. Br_2 lu suyla çalkalayınız, MnO_2 ayrılır.

MnO_2 PbO_2 e benzer. Yüksek sıcaklıkta yükseltgendir.

$$3MnO_2 \longrightarrow Mn_3O_4 + O_2$$
$$MnO_2 + 4HCl \longrightarrow MnCl_2 + Cl_2 + 2H_2O$$

MnO_2 camın yeşilimsi rengini gidermede, polarlaşmayı önleyici olarak löklanşe pillerinde, $KMnO_4$ ve laboratuvarda klor elde edilmesinde kullanılır.

Potasyum Permanganat $KMnO_4$: MnO_2, $KClO_3$ ve katı KOH karışımı ergitilerek elde edilir. Önce yeşil K_2MnO_4 **potasyum manganat** oluşur. Dengesiz K_2MnO_4 suda eriyince kendi kendini redoks ederek $KMnO_4$ ile MnO_2 ye dönüşür. Reaksiyonu kolaylaştırmak için eriyikten CO_2 geçirilir.

$$3MnO_2 + KClO_3 + 6KOH \longrightarrow 3K_2MnO_4 + KCl + 3H_2O$$
$$3Mn^{+4} + Cl^{+5} \longrightarrow 3Mn^{+6} + Cl^{-1}$$
$$3K_2MnO_4 + 2CO_2 \longleftarrow 2KMnO_4 + MnO_2\downarrow + 2K_2CO_3$$

Permanganatlar dayanıksız bir asit oksit olan Mn_2O_7 nin tuzlarıdır. $KMnO_4$ yükseltgendir, elektron alarak nötür veya bazik ortamda MnO_2 ye, asitli ortamda mangan (2) tuzlarına indirgenir. Isıtılınca bozunarak O_2 verir.

DENEY: 4 — a) $KMnO_4$ eriyiğini H_2SO_4 ile asitlendirdikten sonra H_2O_2 eriyiği ekleyiniz. Şiddetli O_2 çıkışı olur, mor renk kaybolur.

b) $KMnO_4$ eriyiğine 1-2 damla KOH eriyiği ve sonra bolca H_2O_2 koyunuz. Renk geçici olarak oluşan K_2MnO_4 ile yeşile döner, sonra kahverengi MnO_2 çöker.

c) Çakı ucu kadar $KMnO_4$'ı ateşe dayanıklı bir tüpte ısıtınız. Tübün ağzına tuttuğunuz kıvılcımlı çöp parlak alevle yanar.

Nötür ortam:
$$2KMnO_4+3H_2O_2 \longrightarrow 2MnO_2+2KOH+2H_2O+3O_2$$
$$2Mn^{+7}+3O_2^{-2} \longrightarrow 2Mn^{+4}+3O_2^{0}$$

Asitli ortam:
$$2KMnO_4+5H_2O_2+3H_2SO_4 \longrightarrow 2MnSO_4+K_2SO_4+8H_2O+5O_2$$
$$2Mn^{+7}+5O_2^{-2} \longrightarrow 2Mn^{+2}+5O_2^{0}$$

$$2KMnO_4 \longrightarrow K_2MnO_4+MnO_2+O_2$$
$$2Mn^{+7}+2O^{-2} \longrightarrow Mn^{+6}+Mn^{+4}+O_2^{0}$$

KOBALT - NİKEL

4 — KOBALT:

Bulunuşu ve Elde Edilişi:

Başlıca filizleri $CoAs_2$ **smaltit** ve CoAsS **kobaltittir**. Kobaltit flotasyonla zenginleştirilir, kireç taşı ile karıştırılarak kavrulur. Arsenik, arsenik trioksit ve arsenik pentaoksit haline yükseltgenir. Arsenik trioksit uçar, arsenik pentaoksit kalsiyum arsenat yaparak dışığa geçer. Geriye CoS kobalt sülfür kalır. Bu da NaCl ile birlikte bir daha kavrulur. $CoCl_2$ oluşur.

$$CoS+2NaCl+2O_2 \longrightarrow CoCl_2+Na_2SO_4$$

Karışım suda eritilir, NaOH la $Co(OH)_2$ çöktürülür, kızdırılır, oluşan Co_2O_3, H_2 ile indirgenir.

$$2Co(OH)_2+1/2O_2 \longrightarrow Co_2O_3+2H_2O$$
$$Co_2O_3+3H_2 \longrightarrow 2Co+3H_2O$$

Özellikleri ve Kullanılışı:

Kobalt boz renkli, parlak, mıknatıslanabilen bir metaldir. Çok sert ve dayanıklıdır. +2, +3 değerleri alır. Aktifliği demirden az, nikelden fazladır. Havadan etkilenmez (koruyucu oksit). Yükseltgen olmayan asitlerle yavaş yavaş birleşir. Derişik HNO_3 de pasifleşir.

Kobalt çeşitli çeliklerin ve başka alaşımların yapılmasında, bazı reaksiyonlarda katalizör olarak ve bileşiklerinin elde edilmesinde kullanılır.

Bileşikleri:

Kobalt (2) Hidroksit $Co(OH)_2$: Kobalt tuzu eriyiğine NaOH eklenirse önce mavi bazik kobalt tuzu çöker. Isıtılınca pembe $Co(OH)_2$ ayrı-

lır. Havada esmer kahverengi $Co(OH)_3$'e yükseltgenir. $Co(OH)_3$ NH_3'ta $Co(NH_3)_6(OH)_3$ hegzamin kobalt (3) hidroksit kompleks bileşiğini yaparak erir.

Kobalt (2) Klorür $CoCl_2 \cdot 6H_2O$: CoO veya $CoCO_3$ ile HCl'den elde edilir. Kırmızı renklidir, ısıtılınca susuz mavi $CoCl_2$'e dönüşür. Bütün kobalt tuzu eriyikleri ve bileşimlerinde kristal suyu bulunan tuzlar pembe kırmızı renklidir. Bu tuzlar ısıtılınca kristal suyunu kaybederek mavi renk alır. Bundan gizli yazı yazmak için faydalanılır.

DENEY :5 — Derişik $CoCl_2$ eriyiğiyle kâğıt üzerine yazı yazınız. Kâğıdı dikkatle aleve değdirmeden ısıtınız, mavileşir.

5 — NİKEL :

Bulunuşu ve Elde Edilişi:

Başlıca filizleri NiAs **nikelin**, NiS **nikel galeni** ve NiAsS **arsenikli nikel galenidir.** Filizler sülfürlü bakır mineralleriyle karışıktır. Elde edilmesi de bakırın elde edilmesine benzer. Filiz zenginleştirilir. Kavrulur, uygun erigiticilerle karıştırılıp ergitilir; oluşan **mat** kavrulur, NiO su gazı veya CO ile yüksek fırına benzeyen fakat daha küçük boyutta fırınlarda indirgenir, sonra da saflaştırılır.

$$NiO + CO \longrightarrow Ni + CO_2$$

Özellikleri ve Kullanılışı:

Nikel gümüş renkli, parlak, sert, mıknatıslanabilen bir metaldir. +2, +4 değerleri alır. Demir grubunda aktifliği en az olan elementtir. Nemli hava ve suya karşı çok dayanıklıdır (koruyucu oksit zarı). Asitler nikele çok yavaş etki eder. En çok etkiyeni seyreltik HNO_3'tir, derişik HNO_3 pasifleştirir.

Nikel aşınmaya dayanıklıdır. Elektrolizle nikel kaplamalar yapılır (nikelaj). Ayrıca demir nikelli **Edison akümülatörleri** yapılmasında, çeşitli alaşımlarda, ince nikel tozları, margarin elde edilirken **hidrojenleme** katalizör olarak kullanılır. **Alnico** (% 10 Al, 18 Ni, 12,5 Co, 59,5 Fe) alaşımından mıknatıs, Cu-Ni alaşımlarından madenî para yapılır.

Bileşikleri:

Nikel (2) Hidroksit $Ni(OH)_2$: Nikel tuzları eriyiğinden NaOH ile çöktürülen yeşil renkli maddedir. Havada veya bromlu suyla NiO_2'ye yükseltgenir.

$$Ni(OH)_2 + Br_2 + 2NaOH \longrightarrow NiO_2 + 2NaBr + 2H_2O$$

$Ni(OH)_2$'de $Co(OH)_3$ gibi NH_3'ta kompleks yaparak erir.

Nikel (2) Sulfat $NiSO_4 \cdot 7H_2O$: Yeşil renklidir. $NiCO_3$ ile seyreltik H_2SO_4'ten elde edilir. Nikel kaplama işlerinde **elektrolit** olarak kullanılır.

ÖĞRENDİKLERİMİZİN ÖZÜ

- Cr, Mn, Fe, Co, Ni değişik değer almaları, renkli iyon vermeleri, kompleks yapma eğilimi göstermeleriyle birbirine benzer.
- Cr ve Mn oksitli filizlerden alüminotermi ile; Co, Ni kükürtlü ve arsenikli filizlerin kavrulması ve indirgenmesiyle elde edilir.
- Cr, Mn, Fe, Co, Ni sırasında aktiflik azalır. Cr, Co, Ni koruyucu oksit katmanıyle örtüldükleri için havadan etkilenmezler. Bu nedenle Cr, Ni kaplamacılıkta kullanılır.
- Cr ve Mn ın yüksek değerli oksitleri asit oksittir. Bunlar ve bileşikleri olan kromatlar ve permanganatlar yükseltgen maddelerdir.
- Cr, Mn, Co, Ni özel çelikler ve başka alaşımların yapılmasında, Co ve Ni katalizör olarak kullanılır.
- Co ve Ni asitlerle güçlükle birleşir, derişik HNO_3 le pasifleşirler.

DÜŞÜNÜNÜZ, ARAŞTIRINIZ, CEVAPLANDIRINIZ :

1. Krom ve manganezin tabiatta en çok hangi filizleri bulunur? Bunlardan metaller nasıl elde edilir?
2. Kromdan başlayarak $CrCl_3$, Cr_2O_3, $K_2Cr_2O_7$ nasıl elde edilir? Denklemleri yazınız.
3. MnO_2 den $MnCl_2$, $MnSO_4$, $KMnO_4$ ve Mn_3O_4, Mn nasıl elde edilir? Denklemleriyle gösteriniz.
4. a) MnO_2, b) $KMnO_4$ maddelerinin kızdırılmasıyle hangi maddeler oluşur? Denklemlerle gösteriniz.
5. PbO_2 ve MnO_2 in birbirine benzeyen ikişer özelliğini denklemlerle gösteriniz.
6. Kobalttan $CoCl_2$, $Co(OH)_2$, $Co(NH_3)_6Cl_2$ nasıl elde edilir?
7. $CoCl_2$ den Co_2O_3, $NiCl_2$ den NiO_2 nasıl elde edilir?
8. Aşağıdaki denklemleri denkleştiriniz:
   a) $MnO_2 + HCl$ (Sıcak derişik) $\longrightarrow$
   b) $MnO_2 + HCl$ (Soğuk derişik) $\longrightarrow$
   c) $K_2Cr_2O_7 + H_2O_2 + H_2SO_4 \longrightarrow$
   d) $MnO_2 + KClO_3 + Na_2CO3 \longrightarrow$
   e) $KMnO_4 + FeSO_4 + H_2SO_4 \longrightarrow$
   f) $NiCl_2 + NH_3 \longrightarrow$
9. %44,8'i $FeO \cdot Cr_2O_3$ olan kromitin 1 tonundan ne kadar ferrokrom alaşımı elde edilir? Bu alaşımdaki Fe ve Cr un yüzde oranları nedir? (Cevap: 320 kg. alaşım, %35 Fe, %65 Cr).
10. %26,7'si MnO_2 olan 100 kg. piroluzitten bazik yükseltgen ergitmeyle kaç kaç kg. $KMnO_4$ elde edilir? Elde edilen $KMnO_4$ kızdırılırsa çıkan oksijenin N.Ş. daki hacmi ne olur?
(Cevap: 47,4 kg. $KMnO_4$, 3,36 m^3 O_2).

BÖLÜM: XVI

SOY METALLER

ANA ÇİZGİLER :

- Soy metallere genel bakış.
- Gümüş, bulunuşu, elde edilişi, kullanılışı, özellikleri, fotoğrafçılık.
- Altın, bulunuşu, elde edilişi, özellikleri.
- Platin, bulunuşu, elde edilişi, özellikleri.

1 — GENEL BAKIŞ :

Bakır, gümüş, altın 5000 yıldan beri bilinir. Bunlar periyodik sistemin I B grubunda bulunur.

1. Tabiatta serbest halde bulunabilmeleri, yoğunluklarının büyük olması, kolaylıkla tel ve levha haline gelebilmeleri, iletkenliklerinin büyük olması, hepsinin +1 değer alabilmesi, kompleks yapma eğilimi göstermeleri yönlerinden birbirine benzer.

2. Atomnumarası büyüdükçe Cu, Ag, Au sırasında aktiflik azalır. Au ve bir dereceye kadar Ag soy metaldir. Grubun en aktif elementi bakırdır.

3. Atomnumarası büyüdükçe bileşiklerinin sağlamlığı azalır. Tabiatta serbest halde bulunma oranı artar.

4. VIII B grubunda bulunmasına karşılık, 6. periyotta altından bir evvel gelen platin tabiatta serbest halde bulunması ve kimyasal özellikleri yönünden altına çok benzer.

Adı	Bakır	Gümüş	Altın	Platin
Sembol	Cu	Ag	Au	Pt
Atomnumarası	29	47	79	78
Atom tartısı	63,5	108	197	195
Elektron sistemi	2.8.18.1	2.8.18.18.1	2.8.18.32.18.1	2.8.18.32.16.2
Yoğunluk gr./cm³	8,9	10,5	19,3	21,5
e.n. °C	1083	961	1063	1770
k.n. °C	2336	1950	2800	4300

GÜMÜŞ

2 — BULUNUŞU, ELDE EDİLİŞİ VE ÖZELLİKLERİ:

Tabiatta serbest halde bulunur. Fakat en çok rastlanan filizi Ag_2S **arjantit** (gümüş galeni) dir. Kurşun ve bakır filizleri içinde gümüş sülfüre rastlanır. Gümüş filizlerden çeşitli yollarla elde edilir.

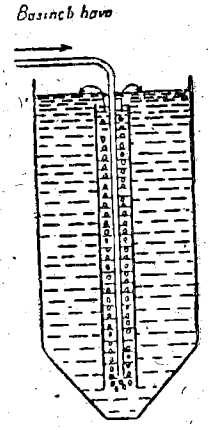
Malgama yöntemi: İçinde serbest gümüş bulunan filizler ince toz haline getirilir. Civayla karıştırılır, gümüş civada eriyerek malgama yapar. Gangdan ayrılır. Malgama damıtılır, civa uçar, geriye gümüş kalır. Yoğunlaştırılan civa tekrar kullanılır.

Siyanür yöntemi: Arjantit ve fakir elementel gümüş filizlerine uygulanır. Gümüşün CN^- iyonlarıyle sağlam kompleks yapma eğilimine dayanan bu yöntemde ince dövülmüş filiz NaCN eriyiğiyle basınçlı hava üflenerek karıştırılır (Şekil: 81).

$$4Ag+8NaCN+O_2+2H_2O \longrightarrow 4NaAg(CN)_2+4NaOH$$

Sodyum gümüş siyanür

$$Ag_2S+4NaCN+2O_2 \longrightarrow 2NaAg(CN)_2+Na_2SO_4$$



Şekil: 81 — Siyanür yönteminde kullanılan Brown tankı.

Eriyiğe geçen kompleks gümüş Zn ile açığa çıkarılır.

$$Zn+2\ NaAg(CN)_2 \longrightarrow Na_2Zn(CN)_4+2Ag$$

Sodyum çinko siyanür

Gümüşlü kurşun filizinden elde edilen ham kurşundan **Parkes yöntemiyle** gümüş elde edilir. Ergimiş ham kurşun çinkoyla karıştırılır. Gümüş çinkoda eriyerek Zn-Ag alaşımı yapar ve kurşundan ayrılır. Üstte toplanan alaşım alınır, damıtılırsa çinko buharlaşır, gümüş kalır. Hangi yöntem olursa olsun ele geçen ürün ham gümüştür, elektrolizle saflaştırılır. Elektrolizde anot ham gümüş, katot saf gümüş, elektrolit HNO_3 ile asitlendirilmiş $AgNO_3$ tır.

Özellikleri:

Beyaz, parlak, yoğun bir metal olan gümüşün sertliği Cu ile Au arasındadır. Kolaylıkla tel ve levha haline gelir. İletkenliği en büyük olan metaldir. Gümüşün bağıl iletkenliği 100 alınırsa diğer metallerinin iletkenliği şöyle gösterilir:

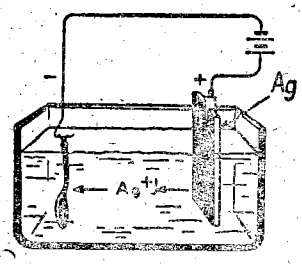
Metaller	Ag	Cu	Au	Al
Bağıl ısı iletkenliği	100	91	70	50
Bağıl elektrik iletkenliği	100	94	67	58

Gümüş +1 ve nadir olarak +2 değerlidir. Havada oksitlenmez, ancak ozon gümüşe etkir. Buna karşılık H_2S bulunan havada kararır.

$$2Ag+2O_3 \longrightarrow 2O_2+Ag_2O_2 \text{ (gümüş peroksit)}$$
$$2Ag+H_2S \text{ (nemli)}+1/2O_2 \longrightarrow H_2O+Ag_2S \text{ (siyah)}$$

Bakırdan daha soydur. Yükseltgen olmayan asitlerde erimez. HNO_3 ile NO_2, sıcak derişik H_2SO_4 ile SO_2 vererek birleşir. (Deneyiniz).

$$2Ag+2H_2SO_4 \longrightarrow Ag_2SO_4+SO_2+2H_2O$$
$$Ag+2HNO_3 \longrightarrow AgNO_3+NO_2+H_2O$$



Şekil: 82 — Elektrolizle gümüş kaplama.

Kullanılışı:

Gümüş süs eşyası, kaşık, çatal, vazo vb. değerli eşya yapmakta, metal eşyayı kaplamada; bileşikleri ayna yapmada, fotoğrafçılıkta ve ilâç olarak kullanılır. Gümüş eşya %10-12 Cu lı alaşımından yapılır. Bakır gümüşe sertlik verir. Gümüş kaplama yapılırken gümüşün yavaş ve düzgün ayrılmasını sağlamak için elektrolit olarak $NaAg(CN)_2$ kullanılır (Şekil: 72). Anot saf gümüş, katot kaplanacak eşyadır.

3 — GÜMÜŞ BİLEŞİKLERİ VE FOTOĞRAFÇILIK:

Gümüş Bileşikleri:

Gümüş Oksit Ag_2O: $AgNO_3$ eriyiğine NaOH eklenirse **AgOH değil** Ag_2O çöker.

$$2AgNO_3+2NaOH \longrightarrow Ag_2O+2NaNO_3+H_2O$$

Ag_2O ısıtılınca ayrışır, kolayca indirgenir.

DENEY: 1 — a) Temiz bir tüpte seyreltik $AgNO_3$ eriyiğine 1-2 damla NaOH koyunuz, esmer Ag_2O çöker. Çökelek eriyinceye kadar NH_3 ekleyiniz. Glikoz eriyiği koyarak hafifçe ısıtınız veya sıcak suya batırınız. Yavaş yavaş ayrılan gümüş tüpün kenarlarına yapışarak ayna yapar.

b) Glikoz yerine H_2O_2 koyunuz. O_2 çıkışıyle, siyah görünen, ince dağılmış gümüş ayrılır.

c) Tüpteki sulu kısmı dökerek gümüş aynası üzerine HNO_3 koyunuz. NO_2 çıkışıyle erir.

Deneyde görüldüğü gibi gümüş bazik ortamda H_2O_2 veya glikozla indirgenebilir. Endüstride ayna yapımında glikoz kullanılır.

$$Ag_2O + 4NH_3 + H_2O \longrightarrow 2Ag(NH_3)_2OH$$

Diamin gümüş hidroksit

$$2Ag(NH_3)_2OH + H_2O_2 \longrightarrow 2Ag + O_2 + 4NH_3 + 2H_2O$$

Gümüş Nitrat (Cehennemtaşı) $AgNO_3$: Gümüşle HNO_3 ten elde edilir. Deriye dökülürse siyah metalik gümüşe indirgenir. Suda çok erir, ısıtılınca ayrışır.

$$AgNO_3 \longrightarrow Ag + NO_2 + 1/2O_2$$

$AgNo_3$ gümüş bileşiklerinin elde edilmesinde, göz hastalıklarında kullanılan kolloidal gümüş yapılmasında kullanılır.

Gümüş Halojenürler AgCl, AgBr, AgI : Suda erimedikleri için $AgNO_3$ eriyiğinden uygun sodyum halojenürle çöktürülür.

DENEY: 2 — Üç deney tübüne $AgNO_3$ eriyiği koyunuz. Sonra tüplerden birincisine NaCl eriyiği, ikincisine NaBr eriyiği, üçüncü tüpe de NaI eriyiği damlatınız. Üç tüpte de çökelek meydana gelir. Birinci tüpteki çökelek AgCl, ikinci tüpteki AgBr, üçüncü tüpteki ise AgI çökeleğidir. Çökeleklerden birer örnek alarak güneşe koyunuz. Örnekler önce morarır. Sonra kararırlar. Birer örnek daha alarak her birinin üzerine NH_3 eriyiği damlatınız. AgCl erir. Ötekiler erimez. Çökeleklerden üçüncü birer örnek daha alınız. Her birine $Na_2S_2O_3$ (sodyum tiyosulfat) eriyiği damlatınız. Üç çökelek de erir.

Gümüş halojenürler NaCN ve $Na_2S_2O_3$ (sodyum tiyosulfat) eriyiklerinde, ayrıca AgCl, NH_3 eriyiğinde erir. Hepsi güneş ışığında ayrışır. Bu özelliklerinden faydalanarak fotoğraf filmi ve kâğıdı yapılmasında kullanılırlar.

$$AgNO_3 + NaCl \longrightarrow AgCl + NaNO_3$$

$$AgBr + \text{ışık enerjisi} \longrightarrow Ag^0 + 1/2Br_2$$

$$AgCl + 2NH_3 \longrightarrow Ag(NH_3)_2Cl$$

$$AgBr + 2Na_2S_2O_3 \longrightarrow Na_3Ag(S_2O_3)_2 + NaBr$$

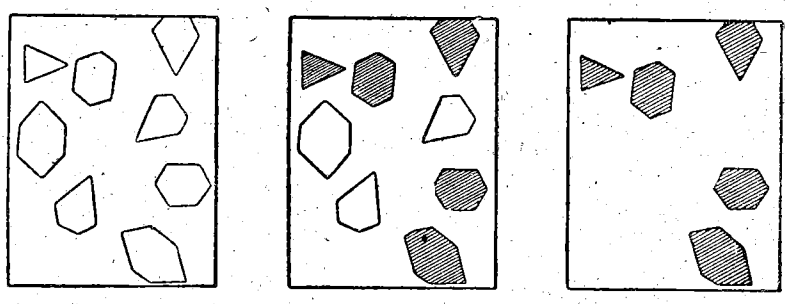
Sodyum gümüş tiyosülfat

Fotoğrafçılığın Temelleri:

Fotoğraf filmi ve kâğıdı: Fotoğraf filimleri sellüloz triasetattan yapılır. Bir yüzeyine AgBr, AgI karışımının jelatindeki süspansiyonu sürülür. Fotoğraf kartında sadece AgBr ün jelatindeki süspansiyonu vardır. Süspansiyondaki küçük halojenür kristallerine **gren** denir.

Fotoğraf çekme: Fotoğraf makineleriyle resmi çekilecek cismin görüntüsü filim üzerine düşürülür. Görüntünün aydınlık ve karanlık noktaları cisimdeki gibidir. Filmin az ışık alan noktalarında az, çok ışık alan noktalarında çok gümüş açığa çıkar.

Developman (açındırma) banyosu: Resim çekildikten sonra filim metol, pyrogallol gibi indirgen maddelerden hazırlanmış eriyiklerde banyo edilir. Filmi çekerken pek az açığa çıkan gümüş indirgenmeyi katalız eder.



Şekil: 83 — a) Fotoğraf çekilince açığa çıkan pek az gümüş gözükmez, b) Açındırma banyosunda daha çok gümüş açığa çıkar, negatif resim görünür, c) Tespit banyosunda indirgenmemiş tanecikler eritilerek filimden uzaklaştırılır.

Çok ışık alan noktalardan daha fazla gümüş ayrılır (Şekil: 83), o yerler kararır, negatif resim görünür.

Tespit (sabitleştirme) banyosu: Developman banyosundan çıkan filim ışığa tutulursa geriye kalan kristallerdeki gümüş de açığa çıkar ve filmin tümü kararır. Bunu önlemek için filim $Na_2S_2O_3$ eriyiğine (tespit banyosu) batırılarak ayrışmamış tuzlar eritilir. Banyodan çıkan ve bol

Şekil: 83/A — Negatif ve pozitif resim.

suyla yıkanıp kurutulan filimde cismin beyaz noktaları siyah, siyah noktaları beyaz göründüğünden buna **negatif resim** denir (Şekil: 83/A).

Pozitif resim çekme: Negatif filim bir fotoğraf kâğıdı üzerine getirilir. Kuvvetli ışığa tutulur. Koyu noktalardan az, açık noktalardan çok ışık geçer. Fotoğraf kâğıdı (kart) üzerinde çok ışık alan noktalarda çok miktarda gümüş ayrılır. Kart da filim gibi iki banyodan geçirilir. Böylece negatifin tersi olan ve cismin kendisine uygun, **pozitif** resim elde edilir (Şekil: 83/A).

ALTIN

4 — GENEL BAKIŞ :

Bulunuşu:

Soy metal olduğu için tabiatta bulunan altının çoğu element halde dir. Pek az oranda $AuTe_2$ **silvanit** gibi bileşiklere de rastlanır. Püskürük kayalarda bulunan altın kuvars damarları içinde dağılmıştır. Kayalar aşındığı zaman **alüvyon** çamuruna geçen altın dere kenarlarında toplanır. Küçük kolloidal tanecikler denizlere sürüklenir. $1m^3$ deniz suyunda ortalama 0,01 mg. kolloidal altın vardır.

Elde Edilişi:

Yıkama-sürükleme yöntemi: Alüvyon çamurunda bulunan altını elde etmek için, alüvyon külteleri basınçlı su püskürtülerek yıkanır. Yoğunluğu altından çok az olan taş, toprak sürüklenir, altın tanecikleri kalır. Bunlar toplanarak ergitilir, külçe haline getirilir.

Malgama yöntemi: Kuvars damarlarındaki altını elde etmek için filiz «altın havanı» denen havanlarda dövülür, sonra suyla karıştırılarak boru değirmenlerinde ince çamur haline getirilir. Çamur malgamalanmış bakır levhalardan akıtılır, altın cıvayla malgama yaparak tutulur.

Siyanür yöntemi: Fakir filizlerden altın, siyanür yöntemiyle elde edilir. Bu yöntem bakırın elektrolitik saflaştırmasından arta kalan **anot çamuruna** da uygulanır. Malgama ve siyanür yöntemlerinin yürüyüşü gümüş bölümünde açıklandığı gibidir.

$$4Au + 8NaCN + O_2 + 2H_2O \longrightarrow 4NaAu(CN)_2 + 4NaOH$$
$$2NaAu(CN)_2 + Zn \longrightarrow Na_2Zn(CN)_4 + 2Au$$

Saflaştırma:

Anot çamurundan elde edilen altını gümüşten ayırmak için ham altın derişik HNO_3 veya H_2SO_4'te eritilir; Ag erir, daha soy olan altın kalır. Eriyikteki gümüş elektrolizle tekrar gümüş metaline çevrilir.

Özellikleri:

Parlak sarı renkli, yumuşak bir metaldir. Bütün metallerden daha kolay, daha ince tel ve levha haline gelebilir 0,6 gr. altından 2 km. tel, 5,07 m^2 altın yaprak yapılabilir. Altın yapraklar 0,00001 mm. (0,01 μ) incelikte olabilir.

+1 ve +3 değerli olan altın soy bir metaldir. Hava, su ve asitlerden etkilenmez. Halojenlerle ancak ısıtıldığı zaman birleşir. 3 kısım derişik HCl, 1 kısım HNO_3 den yapılmış **kral suyu** (veya **altın suyu**) altını eritir; $AuCl_4^-$ kompleksi oluşarak $HAuCl_4$ meydana gelir. Çünkü altının kompleks yapma eğiliminin büyük oluşu elektron verme yatkınlığını artırmıştır. Aynı nedenle, altın NaCN karşısında havanın oksijeniyle yükseltgenir (siyanür yöntemine bakınız). Bunun dışında altının elektron verme eğilimi çok azdır. Bütün bileşikleri ısıtılınca ayrışırlar.

Kullanılışı:

Dünyada üretilen altının yarısı kullanılmaz. Merkez bankalarında kâğıt para karşılığı olarak saklanır. Geri kalanı başlıca süs eşyası, dolmakalem ucu ve altın kaplama; ince toz haline getirilerek altın yaldız yapılmasında, altın alaşımları ve birleşikleri elde edilmesinde kullanılır.

Altın Alaşımları:

Altın yumuşak olduğu için daha çok, özellikle bakırlı, alaşımları kullanılır. Alaşımdaki altın oranı ayar (karat) ile ölçülür. Saf altın 24 ayar kabul edilir. Alaşımların kaç ayar olduğu buna göre hesaplanır. %25 Cu bulunan Cu-Au alaşımı 18 ayardır. Cu oranı çoğaldıkça renk kırmızıya çalar. Bazen altına gümüş de konur. Altın-Palladyum alaşımı çok serttir, dişçilikte kullanılır. Kuyumcular altının ayarını, asitlerde erimeyen, sert bir silikat olan, **mihenk taşı** yardımıyle anlarlar. Ayarı bilinen ve bilinmeyen alaşım yan yana iki iz bırakacak şekilde mihenk taşına sürülür. İzler üzerine derişik HNO_3 dökülür. Cu veya Ag asitte erir, izlerdeki altın kalıntıları birbirine benziyorsa alaşımların ayarları aynıdır. Bu yöntemde yanılma payı % 10'dur.

Altın Bileşikleri:

Altın bileşikleri dayanıksızdır, Au_2O, Au_2O_3 ısıtılınca ayrışırlar, $Au(OH)_3$ amfoterdir.

$$NaOH + Au(OH)_3 \longrightarrow \underset{\text{Sodyum aurat}}{NaAuO_2} + 2H_2O$$

AuCl suda erimez, Au ile $AuCl_3$ e ayrışır.

$$3AuCl \longrightarrow AuCl_3 + 2Au$$

$AuCl_3$ ısıtılınca ayrışır, önce AuCl, sonra Au a dönüşür.

$$AuCl_3 \xrightarrow{180°C} AuCl + Cl_2$$

$$2AuCl \xrightarrow{200°C} 2Au + Cl_2$$

PLATİN

5 — GENEL BAKIŞ :

Bulunuşu ve Elde Edilişi:

Platin periyodik sistemdeki yakın komşuları osmiyum ve iridyumla birlikte tabiatta serbest halde bulunur. Zengin platin damarlarına Alaska, Rusya ve Güney Afrika'da rastlanır.

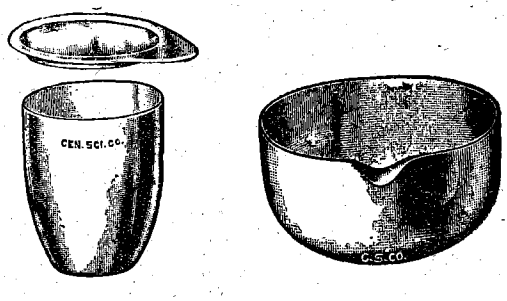
Altın bölümünde açıklanan yıkama-sürükleme yöntemiyle elde edilir.

Özellikleri:

Platin grubu metalleri (Os, İr, Pt) gümüş parlaklığında, sert ve yoğun metallerdir. Osmiyum camı çizebilir. Tel ve levha haline gelebilirler. Platin bu grupta en soy metaldir. +2, +4 değerler alır. Kimyasal özellikleri altın gibidir. Platine yalnız kral suyu, F_2 ve yüksek sıcaklıkta Cl_2 etki eder. Kompleks yapma eğilimi gösterir: H_2PtCl_6 **hegza kloroplatinat asidi,** $Pt(NH_3)_4Cl_2$ **tetramin platin (2) klorür vb. Bütün platin** bileşikleri ısıtılınca ayrışır.

Kullanılışı:

Platin sert ve soy olduğu için **kröze** (Şekil: 84) **vb. laboratuvar aletleri, süs eşyası, diş kaplaması, iridyumlu alaşımlarından dolmakalem uçları yapılır. Yüksek sıcaklıkta** Pb, **Sn, C, Si, P, Bi ile alaşım yaptığından bu elementler ve bileşikleri platin krözede ısıtılmamalıdır.** İnce dağılmış toz platin gazları adsorblar (emer), bu sebeple katalizör olarak etkir. Dünyada üretilen platinin 1/3'ü NH_3, HNO_3, SO_3 sentezlerinde katalizör olarak kullanılır.



Şekil: 84 — Platin krözeler.

ÖĞRENDİKLERİMİZİN ÖZÜ

- **Au, I B grubu elementlerinin en soy olanıdır. Pt in kimyasal özellikleri altına benzer.**
- **Ag, Au, Pt tabiatta serbest olarak bulunurlar. Tabiatta gümüş bileşikleri metalik gümüşten daha çoktur.**
- **Gümüş malgama, siyanür; altın yıkama-sürükleme, malgama, siyanür; platin yıkama-sürükleme yöntemleriyle elde edilir.**
- **Gümüşe HNO_3 ve sıcak derişik H_2SO_4, altın ve platine yalnız kral suyu etkir. Altın ve platin bileşikleri ısıtılınca ayrışır. Gümüş tuzları fotoğrafçılıkta; altın, platin ve gümüş süs eşyası ve kaplama yapılmasında, Pt ayrıca katalizör olarak kullanılır.**

DÜŞÜNÜNÜZ, ARAŞTIRINIZ, CEVAPLANDIRINIZ :

1. Bulunuş şekillerine göre Ag, Au, Pt metallerinden hangilerine yıkama, malgama, siyanür yöntemleri uygulanır?
2. Siyanür yöntemiyle fakir filizlerden Au, arjantitten Ag elde edilmesini denklemlerle gösteriniz.
3. Au-Ag alaşımından Ag nasıl ayrılabilir? Denklemlerle gösteriniz.
4. HCl, HNO_3 ve kral suyunun ayrı ayrı Ag, Au, Pt e etkisini tartışınız.
5. NH_4 ve NaCN eriyiklerinden hangisi AgCl ve AgBr ü, hangisi yalnız AgCl ü eritir? Denklemlerle gösteriniz.
6. Resim çekme, developman ve tespit banyolarında geçen kimyasal değişmeleri denklemlerle açıklayınız.
7. İçinde %0,0001 altın bulunan kuvars kumunun kaç tonundan elde edilen altınla 2 gramlık 18 ayar altın yüzük yapılabilir?
   (Cevap: 1,5 ton).
8. Dünyanın yüzü düz olsaydı okyanuslar yeryüzünü 2 km. kalınlığında suyla kaplardı. Buna göre okyanuslarda bulunan altın miktarını hesaplayınız. (Cevap: Yaklaşık olarak $15,4 \cdot 10^8$ ton).

BÖLÜM: XVII

RADYOAKTİFLİK

ANA ÇİZGİLER :

- **Radyoaktifliğe genel bakış.**
- **Çekirdek reaksiyonları, izotoplık.**
- **Atom ve hidrojen bombaları.**

1 — RADYOAKTİFLİĞE GENEL BAKIŞ :

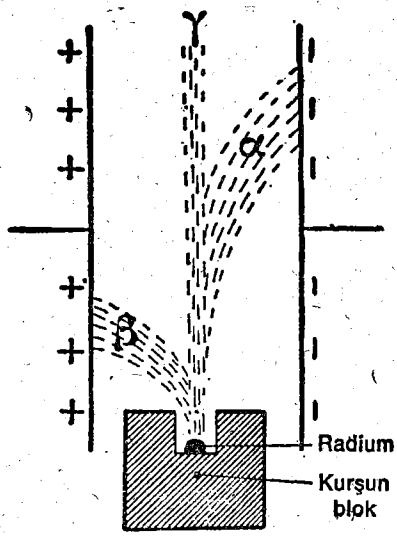
Radyoaktifliğin Keşfi:

X ışınlarının keşfinden bir yıl sonra, 1896'da **Henri Becquerel** uranyum tuzlarından o zaman için bilinmeyen ışınlar çıktığını ve bu ışınların X ışınları gibi maddeden geçerek fotoğraf filmine etki ettiklerini gördü. Daha sonra Fransız Pirre Curie ve Polonyalı **Marie Curie** (Şekil: 85) uranyum filizlerinin saf uranyum metalinden çok daha radyoaktif olduğunu anladılar. Bu filizlerden, o zamana kadar bilinmeyen, **radyum** (Ra), **polonyum** (Po) adını verdikleri iki element elde ettiler. Radyum uranyumdan 3 milyon, polonyum radyumdan 5 bin kat daha aktiftir. **Radyoaktif** sözünü ilk defa Marie Curie kullanmıştır; bu ışıma (Fransızca radyasyon) yönünden aktif olma anlamına gelir.

Şekil: 85 — Mme. Curie.

Alfa, Beta ve Gama Işınları:

H. Becquerel, Mme. Curie ve L. Rutherford radyoaktif maddelerin yaydıkları ışınların kuvvetli manyetik ve elektrik alanlarda saptıklarını görmüşlerdir. **Rutherford** sapma yönlerine göre, (+) yüklü taneciklerden yapılmış olduğu anlaşılan ışınlara α (alfa), (—) yüklü taneciklerden yapılmış olduğu anlaşılan ışınlara β (beta) ışınları adını verdi. Daha sonra hiç sapma göstermeyen ışınlara γ (gama) ışınları dendi (Şekil: 86). α ışınlarının +2 yüklü He^{+2} iyonları (yani He çekirdekleri), β ışınlarının hızlı uçan elektronlar olduğu anlaşıldı. γ ışınlarının da X ışınları türün-



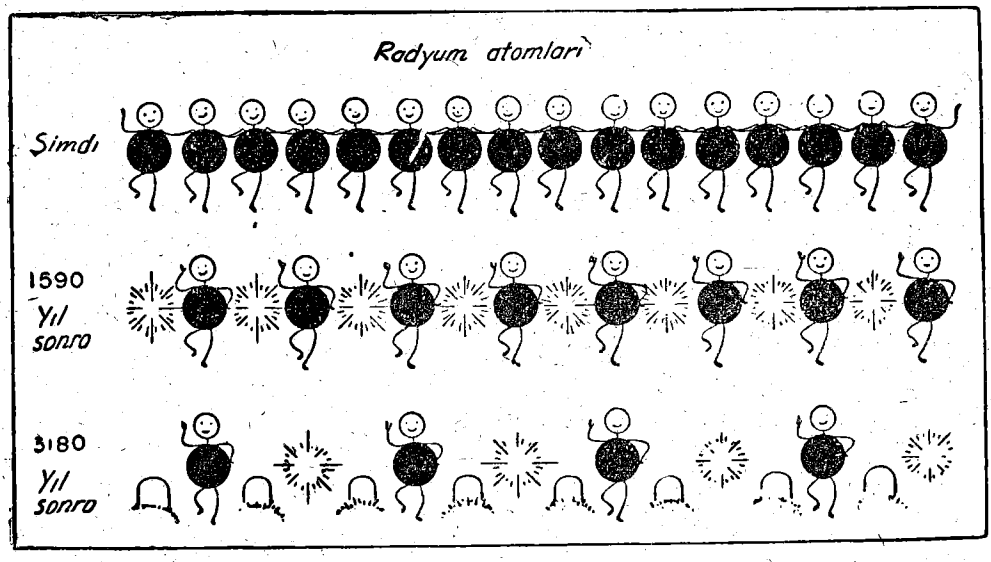
Şekil: 86 — α, β, γ ışınları.

den, fakat daha kısa dalga boylu ışınlar olduğu ortaya çıktı.

Radyoaktif Işınların Kaynağı ve Yayılma Süresi:

Bir elementin yaydığı radyoaktif ışınlar yalnız bu elementin miktarına bağlıdır. Sıcaklık, basınç veya fiziksel hal değişmesi ya da elementin bileşik halde bulunması radyoaktif ışınlara etki etmez. Bunun sonucu olarak radyoaktif ışınların atomların fiziksel veya kimyasal değişmelerden etkilenmeyen derinliklerinden, yani çekirdekten geldiği anlaşılmıştır.

Çekirdeklerin radyoaktifliği bunların dengesiz oluşundan ileri gelir. Dengesiz çekirdek α ya da β taneciğiyle içindeki fazla enerjiyi atarak daha sağlam, yeni bir çekirdeğe dönüşür. Eski çekirdeklerin sayısı gittikçe azalır. Çekirdeklerin yarısının dönüşümü (bozunması) için geçen zamana **yarılanma süresi** denir. Aktifliği fazla olan çekirdeklerin yarılanma süreleri kısadır. Uranyumun yarılanma süresi 4,5 milyar yıl, radyumun yarılanma süresi 1590 yıldır (Şekil: 86/A). Örneğin 1 gr. radyum alınırsa 1590 yıl sonra bunun yarısı kalır, yarısı başka bir çekirdeğe dönüşmüş olur.



Şekil: 86/A — Radyumun yarılanma süresi 1590 yıldır. 1590 yıl sonra 16 radyum atomunun sekizi bozulmuş olur.

Radyoaktif Işınların Özellikleri:

Maddeden geçme: Işınların en giricisi γ ışınlarıdır. γ ışınları β ışınlarından 100-1000 kat, β ışınları α ışınlarından 100 kat daha kalın maddeden geçebilirler. Öte yandan bir ışın cinsinin geçebildiği madde kalınlığı o maddeyi yapan elementin atomnumarası büyüdükçe azalır. Bu nedenle radyoaktif ışınlardan korunmak için atomnumarası büyük ve aynı zamanda ucuz olan kurşun kullanılır.

Fluoressan özelliği: Radyoaktif ışınlar da X ışınları gibi gözle görülmez. Fakat ZnS vb. maddelere çarpınca bu maddeler göze görünen ışık yayarlar. Böyle maddelere fluoressan maddeler denir. «Fosforlu» denen saatların ışıltılı kısımları, içine biraz radyoaktif madde konmuş ZnS ya da başka bir fluoressan maddeden yapılmıştır. Bu ışıldamanın fosforla ilgisi yoktur.

Kimyasal ve biyolojik etkiler: Radyoaktif ışınlar fotoğraf filmine etki eder, yani gümüş bileşiklerinden gümüş açığa çıkarır. Organik bileşikleri de ayrıştırır ve hücre protoplazmasını bozarak hücrelerin ölümüne yol açabilir. Bu yüzden radyoaktif ışınlar kanserli dokuların yok edilmesi için kullanılırlar. Fakat fazlası normal hücrelere de zararlı olur.

2 — ÇEKİRDEK REAKSİYONLARI VE İZOTOPLUK :

Atom Çekirdeklerinin Yapısı:

Çekirdekler protonlar ile nötronlardan yapılmıştır. Bunlar **nükleon** adını alırlar. Nötronların kütleleri protonlar kadardır, fakat yüksüzdürler. Çekirdekte proton sayısı kadar (+) yük vardır. Bu sayıya **atom numarası** denir. Bu Z ile gösterilir. Proton sayısı ile nötron sayısı toplamı yani nükleon sayısı çekirdeğin bağıl kütlesini verir. **Kütle numarası** adı da verilen bu sayı A harfi ile gösterilir.

$$A = Z + N$$

Örnek: 2 proton ve 2 nötrondan yapılmış olan helyum çekirdeğinin atomnumarası 2, kütle numarası 4'tür; bu çekirdek $^{4}_{2}He$ şeklinde gösterilir. Genel olarak atomnumarası Z, kütle numarası A olan X elementinin çekirdeği $^{A}_{Z}X$ sembolüyle gösterilir.

Bozunma Reaksiyonları:

Doğal radyoaktif elementlerin çekirdekleri ya α, ya da β ışıması yayarlar. γ ışıması çoğunlukla β ışımasını izler.

α ışınması: $^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He + En.$

α ışınması: $^{234}_{92}U \longrightarrow {}^{230}_{90}Th + {}^{4}_{2}He + En.$

β ışınması: $^{234}_{90}Th \longrightarrow {}^{234}_{91}Pa + e^{-} + \gamma + En.$

(Toryum) (Protaktinyum)

α ışıması yapan bir çekirdekten 2 proton ve 2 nötron eksilir. β ışıması yapan bir çekirdekte ise bir nötron bir protona dönüşür; proton sayısı bir artar, fakat proton ve nötron toplamı (kütle numarası) değişmez.

$$^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{1}_{1}H + e^{-}$$

(Nötron) (Proton)

Bozunma sonunda doğan yeni çekirdek dengesizse o da bozunur; birbiri ardından gelen bozunmalar sağlam bir çekirdeğe ulaşıncaya kadar sürer ve böylece **radyoaktif seriler** oluşur.

İzotopluk:

Yukarıdaki örneklerde iki cins uranyum ve iki cins toryum çekirdeği görülmektedir. Bunları incelersek, uranyum çekirdeklerinde proton sayılarının yani çekirdek yüklerinin birbirinin aynı olduğunu görürüz. Bu atomların elektron sayıları ve düzenleri de birbirinin aynıdır ve bu nedenle aynı kimyasal özellikleri gösterirler. Bu atomları periyodik sistemde aynı yere koymak gerekir. Benzer durum iki çeşit toryumda da vardır, bunları da periyodik sistemde aynı yere koymalıdır. Periyodik sistemde aynı yere konan atomlara **izotop atomlar** denir. Görüldüğü gibi izotop atomların atomnumaraları aynı, kütle numaraları birbirinden farklıdır (izo=aynı, topos=yer).

İzotopluk atomların çoğunda görülür. Hidrojenin izotopları $^{1}_{1}H$, $^{2}_{1}H$ (döteryum), $^{3}_{1}H$ (trityum) dur. Tabiatta bulunan elementler çoğu, izotop atomların karışımından yapılmıştır. Örneğin, suda $^{1}_{1}H$ atomları yanında %0,015 oranında $^{2}_{1}H$ atomları bulunur; klor elementi %75 $^{35}_{17}Cl$ ile %25 $^{37}_{17}Cl$ un karışımıdır. Atomların atom tartılarının çoğu kere kesirli sayılar olması bundan ileri gelir.

3 — YAPAY RADYOAKTİFLİK:

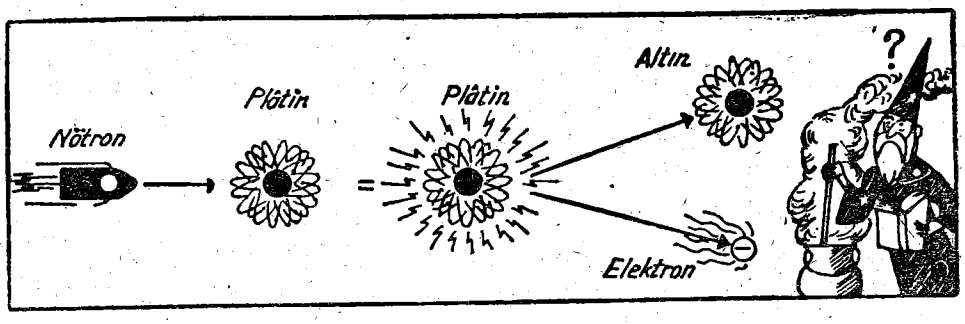
Sağlam çekirdekler kinetik enerjileri yeteri kadar büyük olan $^{4}_{2}He$, $^{1}_{1}H$, $^{1}_{0}n$ vb. taneciklerle bombardıman edildikleri zaman, çekirdeğe çarpan bu tanecikler taşıdıkları enerjiyle birlikte çekirdeğe eklenirler. Oluşan yeni çekirdek dengesizdir ve belli ışınlar yayarak denge durumuna geçmeye çalışır. Bu olaya **yapay radyoaktiflik** denir.

$$^{14}_{7}N + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{15}_{7}N \longrightarrow {}^{14}_{6}C + {}^{1}_{1}H$$

$$^{9}_{4}Be + {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{13}_{6}C \longrightarrow {}^{12}_{6}C + {}^{1}_{0}n$$

$$^{196}_{78}Pt + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{197}_{78}Pt \longrightarrow {}^{197}_{79}Au + e^{-} + \gamma + En.$$

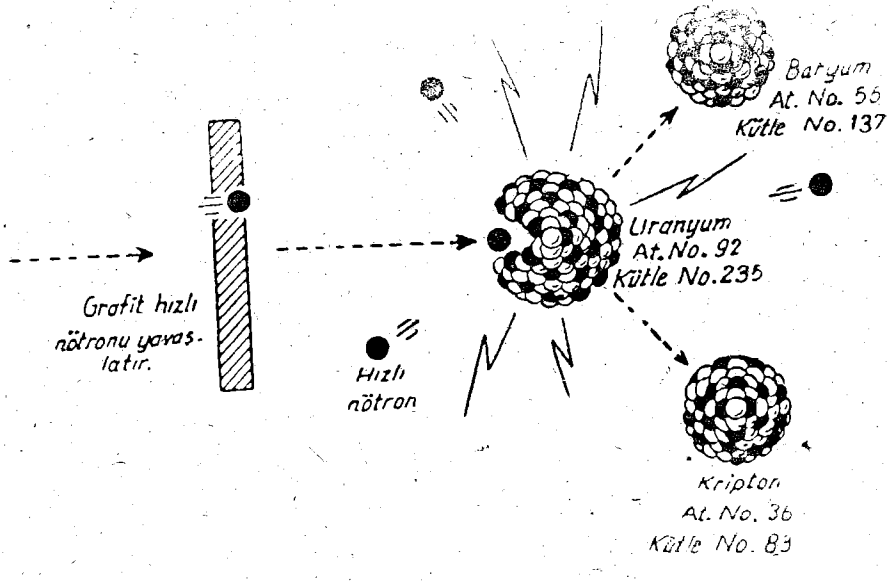
Görüldüğü gibi bu yolla bir element başka bir elemente dönüştürülebilir (Şekil: 87). Atomnumaraları 92'den daha büyük olan bütün yapay elementler böyle elde edilmişlerdir.



Şekil: 87 — Simyacının rüyası.

Çekirdek Bölünmeleri:

Nötronlar yüksüz oldukları için rastladıkları çekirdeklere kolayca eklenirler. Hızları (kinetik enerjileri) uygun olan nötronlar $^{235}_{92}U$ ve $^{235}_{94}Pu$ gibi bazı dengesiz ve radyoaktif çekirdeklere çarptıkları zaman bu çekirdekler ikiye bölünür ve çoğu kere radyoaktif olan daha küçük çekirdekler doğar. Bu sırada birkaç nötron fırlar ve büyük miktarda enerji salıverirler (Şekil: 87/A). Çekirdek bölünmesine fission adı verilir.

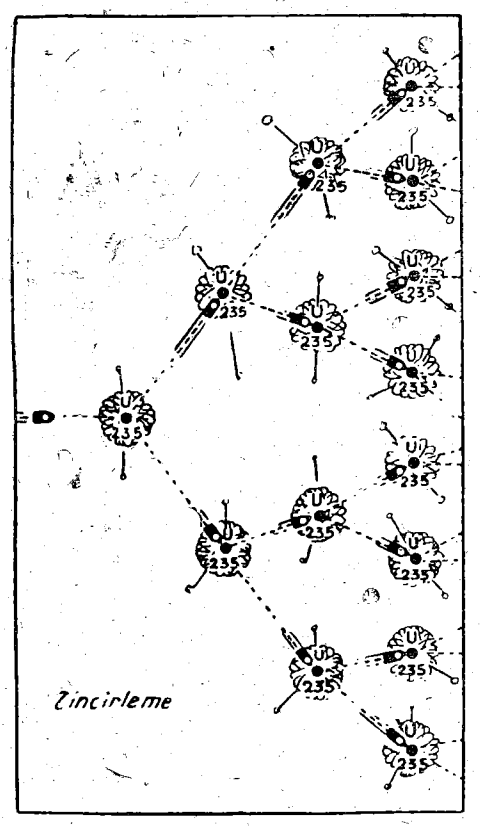


Şekil: 87/A — Çekirdeklerin bölünmesi.

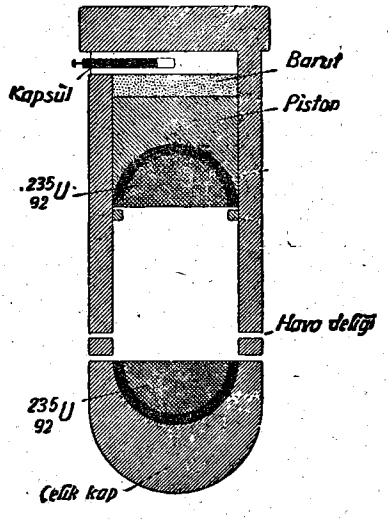
$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{236}_{92}U \longrightarrow ^{139}_{56}Ba + ^{94}_{36}Kr + 3\,^{1}_{0}n + 170 \cdot 10^{6}\ kal.$$

Çıkan nötronlar, eğer uranyum kütlesi yeteri kadar büyükse, başka uranyum çekirdeklerine de rastlayarak bunları böler vb. Olay her yöne doğru hızla yayılır ve buna **zincirleme reaksiyon** adı verilir (Şekil: 87/B). Zincirleme reaksiyonla bölünmeler çok kısa zamanda biter ve sıcaklık 5-10 milyon dereceyi bulur. Atom bombasının «patlaması» böyle olur.

Atom bombası yukarıda açıklandığı gibi, çekirdekleri bölüne-



Şekil: 87/B — Zincirleme reaksiyon.



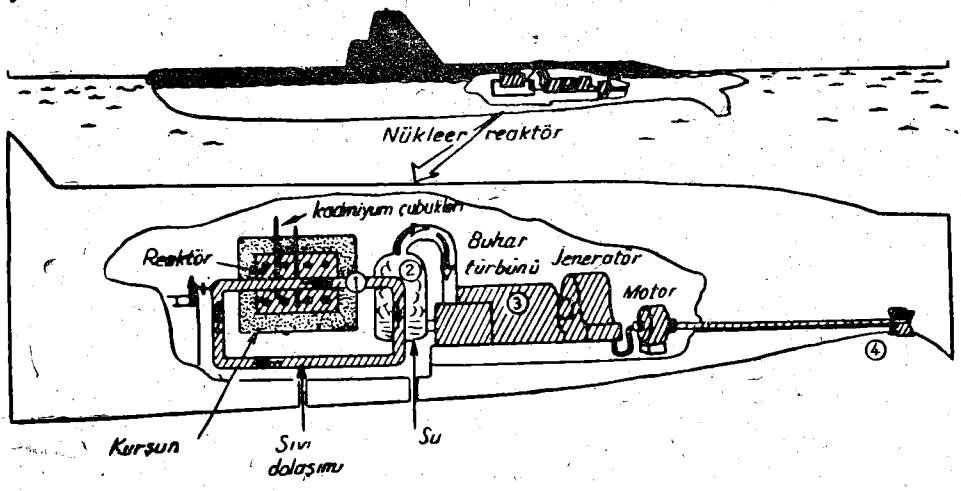
Şekil: 87/C — Atom bombası.

bilen elementlerden yapılır. Zincirleme reaksiyonu sağlamak için gerekli minimum kütleye **kritik kütle** denir. Patlamaya hazır atom bombası iki parçadan yapılmıştır. Bunların bir araya gelmesiyle kritik kütle aşılır ve bomba patlar (Şekil: 87/C).

Nükleer reaktörlerde çekirdeklerin bölünmesi kontrol altına alınır, zincirleme reaksiyon önlenir. Böylece atom bombalarında çok kısa zamanda olan bölünme reaksiyonları haftalarca sürer. Nükleer reaktörlerde bölünme reaksiyonları veren elementler grafit blok içinde açılmış çukurlara konur.

Grafit nötronları yavaşlatır ve bunların çekirdeklere rastlama oranı yükselir. Araya sokulan kadmiyum çubuklar nötronların fazlasını yaka-

lar ve bölünmenin zincirleme yürümesini önler. Nükleer reaktörde çıkan ısı, içinden geçen civa veya ergimiş sodyum gibi sıvıların sürekli dolaşımıyle alınır. Bu ısıyle şehirler ısıtılabilir, buhar türbünü döndürülerek fabrikalar çalıştırılır, gemiler yürütülür (Şekil: 87/D), elektrik enerjisi elde edilebilir



Şekil: 87/D — Atom denizaltısı.

Çekirdek Birleşmeleri:

Küçük çekirdekler yeter derecede kinetik enerji kazanırlarsa birbirine çarpınca birleşirler. Bu reaksiyonları sağlamak için sıcaklık 10 milyon dereceyi aşmalıdır. Çekirdeklerin birleşmesi reaksiyonlarına **füziyon denir.**

$$^{2}_{1}H + ^{2}_{1}H \longrightarrow ^{3}_{2}He + ^{1}_{0}n + En.$$

Çekirdek birleşmelerinde birim kütle başına salıverilen ısı çekirdek bölünmelerinden 1000-10.000 kat daha fazladır.

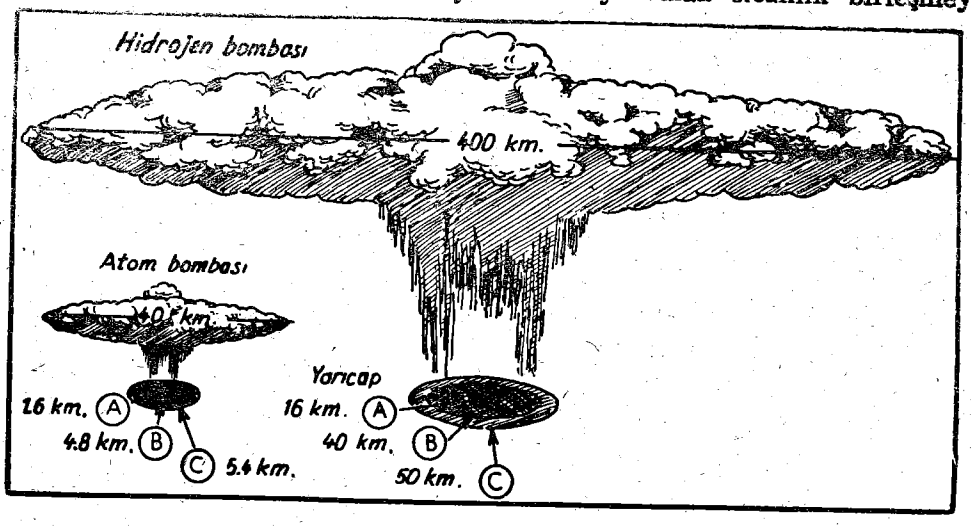
Hidrojen bombası: Yüksek sıcaklıkta küçük çekirdeklerin birleşmesine dayanır. Gerekli yüksek sıcaklığı bir atom bombası sağlar. Hidrojen bombası adı çoğunlukla hidrojen izotopları ($^{2}_{1}H$ ve $^{3}_{1}H$) kullanılmasından ileri gelir. Hidrojen bombasının gücü atom bombasından çok daha büyüktür (Şekil: 88).

Güneşin enerjisi: Güneş enerjisinin kaynağı $^{1}_{1}H$ (proton) ların birleşerek He a dönüşmesidir. Yalnız bu reaksiyon, hidrojen bombasının tersine, ara basamaklarından geçerek çok yavaş yürür.

$$4\,{}^{1}_{1}H \longrightarrow {}^{4}_{2}He + 2\,e^{+}\ (\text{pozitron}) + 6 \cdot 10^{14}\ \text{kal.}$$

e^{+} (pozitron), ${}^{1}_{1}H \longrightarrow {}^{1}_{0}n + e^{+}$ dönüşümüyle ortaya çıkar. Oluşan n (nötron) ise He çekirdeğinde kalır.

Güneşin merkezinde 17 milyon dereceyi bulan sıcaklık birleşmeyi



Şekil: 88 — Atom ve hidrojen bombasının karşılaştırılması.

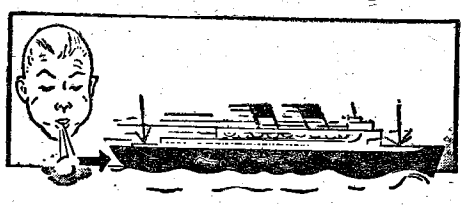
sağlar. Güneşin henüz % 90'ı hidrojendir. Bunun tükenmesi için en az 50 milyar yıl geçecektir.

Çekirdek Enerjisinin Kaynağı Nedir?

Bozunma, bölünme ve birleşme reaksiyonlarında salıverilen çok büyük enerjiler bir kısım maddenin enerjiye dönüşmesiyle ortaya çıkar. Bunun miktarı da **Einstein denklemi** yardımıyle hesaplanır.

$$E = mc^2$$

m=Enerjiye dönüşen maddenin gram cinsinden miktarı.
$c = 3 \cdot 10^{10}$ cm/sn (ışığın boşlukta yayılma hızı).
E=Ortaya çıkan erg cinsinden enerji miktarı.



Şekil: 88/A — Bir nefeste verilen havanın kütlesi enerjiye dönüşse, bir gemiyi haftalarca yürütür.

Denkleme göre, 1 gram madde enerjiye dönüşürse yaklaşık olarak $2 \cdot 10^{13}$ kal. kadar bir enerji ortaya çıkar. Bu 2500 ton mazotun vereceği ısıya denktir (Şekil: 88/A).

ÖĞRENDİKLERİMİZİN ÖZÜ

- Doğal radyoaktif ışınlar alfa, beta ve gama ışınları türlerine ayrılır. Alfa ışınları $^{4}_{2}He$ çekirdeklerinden, beta ışınları elektronlardan oluşurlar. Gama ışınları X ışınları cinsinden, fakat daha kısa dalga boylu ışınlardır.
- Sağlam çekirdekler de $^{4}_{2}He$, $^{1}_{1}H$, $^{1}_{0}n$ vb. taneciklerle bombardıman edilerek radyoaktif duruma getirilebilir.
- Sağlam olmayan bazı çekirdekler nötronlarla bombardıman edilerek bölünebilirler. Atom bombası ve nükleer reaktörler bu reaksiyona dayanırlar.
- Yeteri kadar hız kazanan küçük çekirdekler birbirine çarparak birleşebilirler. Güneş ve yıldızların enerjisi ve hidrojen bombası buna dayanır.
- Çekirdek reaksiyonlarında sahiverilen enerji maddenin enerjiye dönüşmesiyle ortaya çıkar.

DÜŞÜNÜNÜZ, ARAŞTIRINIZ, CEVAPLANDIRINIZ :

1. Nötron, proton, döteron ve alfa taneciklerinin yüklerini ve kütlelerini karşılaştırınız.
2. α ve β ışınlarının yapılarını, giriciliklerini, çıktıkları çekirdekte nasıl birer değişme olduğunu karşılaştırarak açıklayınız.
3. $^{2}_{1}H$, $^{3}_{1}H$, $^{3}_{2}He$, $^{16}_{8}O$, $^{17}_{8}O$ çekirdeklerinde kaçar proton, kaçar nötron vardır? Bu çekirdeklerin hangileri izotoptur?
4. İzotop, yapay radyoaktiflik, çekirdek bölünmesi nedir? Örnekle açıklayınız.
5. Aşağıdaki denklemleri tamamlayınız:

$$^{3}_{1}H + ^{1}_{1}H \longrightarrow ^{3}_{2}He + \ ?\ , \quad ^{33}_{16}S \longrightarrow ^{32}_{15}P + \ ?$$

6. Yarılanma süresi 3 saniye olan bir radyoaktif elementin 20 mg ndan 9 saniye sonra geriye ne kadarı bozunmamış olarak kalır? (Yol gösterme: Her üç saniyede, bulunan miktarın yarısı bozunur).
(Cevap: 2,5 mg.).
7. $^{212}_{82}Pb$ çekirdeği sırasıyle β, α, β ışımaları yaparak sağlam bir çekirdeğe ulaşıyor. Ara basamaklarını ve sağlam çekirdeği bulunuz.
(Cevap: $^{212}_{83}Bi$, $^{208}_{81}Tl$, $^{208}_{82}Pb$).

ELEMENTLERİN ATOM AĞIRLIKLARI CETVELİ

ADI	SEMBOL	ATOM NO :	ATOM AĞIRLIĞI
Actinium (Aktinyum)	Ac	89	227
Astatin	At	85	210
Alüminyum	Al	13	26,98
Altın	Au	79	197,0
Americium (Amerikyum)	Am	95	243
Antimon	Sb	51	121,76
Argon	A	18	39,944
Arsenik	As	33	74,91
Aynştaynyum	Es	99	254
Azot	N	7	14,008
Bakır	Cu	29	63,54
Baryum	Ba	56	137,36
Berilyum	Be	4	9,013
Berkelyum	Bk	97	247
Bizmut	Bi	83	209,00
Bor	B	5	10,82
Brom	Br	35	79,916
Civa	Hg	80	200,61
Çinko	Zn	30	65,38
Demir	Fe	26	55,85
Desprosyum	Dy	66	162,46
Erbiyum	Er	68	167,2
Europium (Öropyum)	Eu	63	152,0
Fermiyum	Fm	100	253
Fluor	F	9	19
Fosfor	P	15	30,975
Frankyum	Fr	87	223
Gadolinyum	Gd	64	156,9
Galyum	Ga	31	69,72
Germanyum	Ge	32	72,60
Gümüş	Ag	47	107,88
Hafniyum	Hf	72	178,6
Helyum	He	2	4,003
Hidrojen	H	1	1,008
Holmiyum	Ho	67	164,94
İndiyum	In	49	114,76
İridyum	Ir	77	192,2
İyot	I	53	126,91
Kadmiyum	Cd	48	112,41

ADI	SEMBOL	ATOM NO :	ATOM AĞIRLIĞI
Kalay	Sn	50	118,70
Kaliforniyum	Cf	98	248
Kalsiyum	Ca	20	40,08
Karbon	C	6	12,011
Klor	Cl	17	35,457
Kobalt	Co	27	58,94
Krom	Cr	24	52,01
Kripton	Kr	36	83,80
Kurşun	Pb	82	207,21
Kükürt	S	16	32,066
Küryum	Cm	96	248
Lantan	La	57	138,92
Lavrensiyum	Lw	103	259
Lityum	Ll	3	6,939
Lutetium (Lutetyum)	Lu	71	174,99
Magnezyum	Mg	12	24,32
Manganez	Mn	25	54,94
Mendelevyum	Mv	101	256
Molibden	Mo	42	95,95
Neodinyum	Nd	60	144,27
Neon	Ne	10	20,183
Neptunyum	Np	93	237
Nikel	Nl	28	58,69
Niob	Nb	41	92,91
Nobelyum	No	102	253
Oksijen	O	8	16,000
Osmiyum	Os	76	190,2
Palladyum	Pd	46	106.7
Platin	Pt	78	195,23
Plutonyum	Pu	94	242
Polonyum	Po	84	210
Potasyum	K	19	39,1
Praseodymium	Pr	59	140,92
Protaktinyum	Pa	91	231
Radyum	Ra	88	226,05
Radon	Rn	86	222
Renyum	Re	75	186,31
Rhodium (Rodyum)	Rh	45	102,91
Rubidyum	Rb	37	95,48
Ruthenyum	Ru	44	101,7
Samaryum	Sm	62	150,43
Skandiyum	Sc	21	44,96
Selenyum	Se	34	78,96
Seryum (Cerium)	Ce	58	140,13
Sezyum (Ceslum)	Cs	55	132,91
Silisyum	Sl	14	28,09
Sodyum	Na	11	22,991

ADI	SEMBOL	ATOM NO :	ATOM AĞIRLIĞI
Stronsyum	Sr	38	87,63
Tantal	Ta	73	180,95
Teknetyum	Tc	43	99
Tellür	Te	52	127,61
Terbyum	Tb	65	158,93
Talyum	Tl	81	204,39
Toryum	Th	90	232,05
Tulyum	Tm	69	168,94
Titan	Tl	22	47,90
Wolwram (Tungsten)	W	74	183,92
Uranyum	U	92	238,07
Vanadyum	V	23	50,95
Ksenon (Xenon)	Xe	54	131,3
Ytterbiyum	Yb	70	173,04
Yttriyum	Y	39	88,92
Zirkonyum	Zr	40	91,22
Kurçatowyum		104	260

DİZİN (İNDEKS)

A

Abbeg kuralı 64
Aktiflik sırası 69, 71
Alaşımlar 72, 73
Alçı 24,96
Alkali metaller 76
Altın 187, 192, 193
Alüminotermi 109, 180, 181
Alüminyum, bileşikleri 111
Alüminyum, bulunuşu 107
Alüminyum, elde edilişi 107
Ametal karakteri, özellikleri 64, 68, 69
Amfoter 111, 165, 166, 172, 175, 193
Amyant 51
Antimon 175, 176
Arjantit 188
Arsenik 173, 174
Arsenik aynası 174
Asbest (bkz. Amyant)
Atom bombası 201, 203
Atomnumarası 59, 198
Ayırma gerilimi 71
Azotlu kireç 30, 44

B

Bakır, alaşımları 145, 146, 197
Bakır, bileşikleri 147, 148, 149
Bakır, elde edilişi 140, 141
Bakır, filizleri 140
Bakır, özellikleri 144
Becquerel, Henri 196
Berlin mavisi 127
Bizmut 176
Boksit 107
Boraks 77
Bessemer konverteri 129

C, D

Cam 52, 53, 54
Civa, bileşikleri 158, 159
Civa, elde edilişi 156
Curie, Marie 196
Çekirdek reaksiyonları 198, 199, 200
Çelik 126, 127, 128, 129, 130
Çimento, 117, 118
Çinko, bileşikleri 154, 155
Çinko, elde edilişi 151, 152
Çinko, özellikleri 153, 154
Demir, alaşımları 126
Demir, bileşikleri 135, 136, 137
Demir, elde edilişi 123
Demir, filizleri 122
Demir, özellikleri 134, 135
Down aygıtı 77
Döner fırın 117, 118
Duralümin 74, 110

E, F

Einstein denklemi 203
Elmas 32
Eskişehir taşı 51
Elektrik fırını 132
Feldispat 51, 107, 113
Filiz, tarifi 72
Fluorspat (flusspat) 92, 98
Font 126
Fosforit 29, 98
Fotoğrafçılığın temelleri 190
Fotosentez 41

G, H

Galen 7, 162
Gang 72, 122
Gay Lussac kulesi 1
Glover kulesi 19, 20
Grafit 32
Guano 30, 98
Gübreler 27, 28,
Gümüş, 187, 188,
Halkopirit 7, 14
Ham demir 12
Harç 94, 119
Hematit 122, 1
Hidrojen bomb 203
Hidrojen sülfü
Hidroliz 83, 8

İ

İridyum ala
İzotopluk 1
Jena (yena

Kalay
Kalker
Kalsiy
Kalsi
Kal
K
F

Karbon dioksit 37, 38,
Karbon monoksit 35, 36
Karborondum 44, 45
Karbürler 44, 45
Kil 51, 107, 113, 118
Kireçkaymağı 97
Kireç 93, 94
Kireç taşı 95
Klinker 118
Kobalt 183
Kontakt yöntemi 18
Krom 180, 181
Kurşun 162, 163, 164, 165
Kurşun odalar yöntemi 19
ıvars 48, 49, 50
kürt 7, 8, 9, 10, 11
kürt dioksit 14, 15, 16
ürt trioksit 17
Örtlü hidrojen (bkz. rojen sülfür)
e yöntemi 81
74, 164
165

M, N

um 100, 101,
3
122, 136
157, 158
181, 182
41

Metal karakteri, özellikleri 64, 68
Metallurji 72
Natrolit 100
Nikel 184, 185

O, P, R

Ortoklas (bkz. Feldispat)
Özel çelikler 127, 128
Periyodik sistem 57, 58, 59, 60, 61
Permutit 52, 100
Pireks camı 53
Pirinç 74
Pirit 7, 122
Platin 187
Potasyum 87, 88, 89
Proton 198, 199
Radyoaktiflik 196, 199
Radyum 196
Reverber fırını 162, 167
Rutherford 196

S, T

Sementit 125,
Seramikler 112, 113
Siemens-Martin yöntemi 130, 131
Silikatlar 51
Silisyum 48
Silis (silisyum dioksit) 48
Soda 81, 83
Sodyum, bileşikleri 79, 81, 84
Sodyum, bulunuşu 77
Sodyum, elde edilişi 77
Sodyum hidroksit 79, 80
Sodyum, özellikleri 78
Solvay yöntemi 81
Sud kostik 80
Sulfatlar 23
Suyun sertliği 98, 99, 100
Sülfürik asit 18, 19, 21, 22
Sülfüröz asit 15
Şap 112
Schweitzer ayıracı 147, 148
Thomas yöntemi 130
Toprak metalleri 106
Toprak alkali metalleri 91
Toprak eşya (bkz. Seramikler)
Tunç 74, 146

U, V, Y, Z

Uranyum 196, 199
Üstübeç 41, 42, 164, 166
Yarılanma süresi 197
Yüksek fırın 123
Zencefre 7, 153, 156
Zeolit 51, 100
Zımpara taşı 107, 111
Zincirleme reaksiyon 201